



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**

**PERAS DE S. BARTOLOMEU SECADAS**  
**TRADICIONALMENTE E EM ESTUFA SOLAR**  
**Comparação das Suas Propriedades**

**Sandra Isabel Moura Abílio**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Alimentar**

Orientador: Doutora Isabel Maria Nunes de Sousa

Co-Orientador: Doutora Raquel de Pinho Ferreira Guiné

**Júri:**

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Isabel Maria Nunes de Sousa, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Vítor Manuel Delgado Alves, Investigador Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Raquel de Pinho Ferreira Guiné, Professora Adjunta da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.

Lisboa, 2011

“As doutrinas expressas são da responsabilidade do autor”

## **AGRADECIMENTOS**

Ao terminar este trabalho não poderia deixar de expressar todo o meu agradecimento a todos aqueles que sempre me acompanharam e apoiaram, e que de forma, directa ou indirectamente, contribuíram para a sua concretização. A todos eles o meu mais sincero obrigado.

À professora Doutora Isabel de Sousa, pela orientação, tempo disponibilizado, apoio e amizade, e também pela frontalidade e capacidade critica revelada ao longo do trabalho.

À Doutora Raquel Guiné pela orientação na parte prática, disponibilidade, apoio e entusiasmo revelado ao longo do trabalho.

À Escola Superior Agrária de Viseu pela cedência dos laboratórios para a realização de todo o trabalho experimental.

Ao Projecto PTDC/AGR-ALI/74587/2006, financiado pela FCT, e liderado pela Escola Superior Agrária de Viseu.

Ao Sr. José Francisco pelo fornecimento de peras, conhecimentos transmitidos, disponibilidade e simpatia.

À Sr<sup>a</sup> Luísa pelo fornecimento de peras, e por todo o carinho e simpatia.

À Engenheira Graça Gonçalves por fornecimento de peras.

Ao Engenheiro Hugo Lobo pelo fornecimento de peras e pela gentileza de as ter colhido e transportado até à ESAV.

À minha colega e amiga Sandra Santos pelo apoio, compreensão e companheirismo ao longo de todo o trabalho experimental.

Ao meu namorado Pedro pelo carinho, amor, paciência e compreensão ao longo deste tempo.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmãos, pelo carinho, amor, força e incentivo, mas principalmente ao meu pai, Armindo Abílio, que infelizmente não conseguiu esperar todo este tempo, mas que acima de tudo teve sempre muito orgulho em mim e a quem dedico este trabalho.

## RESUMO

Os objectivos principais deste trabalho foram conhecer a influência do estado de maturação, das peras da variedade de S. Bartolomeu, nas características físico-químicas da “Pêra Passa de Viseu” e avaliar a possibilidade de substituição da secagem tradicional (por exposição directa ao sol), pela secagem em estufa solar. Para tal, foram seleccionados 6 pomares de peras. Em cada pomar colheram-se 4 amostras de peras ao longo da maturação. A amostragem 3 correspondeu à data de colheita, das peras, para secagem tradicional e em estufa solar. As peras em fresco e as peras secadas foram analisadas para determinação das características físico-químicas. Determinou-se também a duração e a taxa diária de secagem.

Os resultados mostraram que o estado de maturação influenciou as características das peras secadas. Assim, as peras com maiores índices de maturação deram origem a peras secadas mais escuras e avermelhadas e com mais açúcares totais do que as peras com menores índices, não se verificando diferenças na textura. A secagem, em estufa solar, permitiu obter uma pêra passa com características físico-químicas semelhantes à pêra produzida pelo método tradicional, num menor espaço de tempo e com maior taxa diária de secagem, sendo por isso, uma possibilidade a equacionar para a substituição da secagem tradicional.

**Palavras-chave:** Pêra de S. Bartolomeu; secagem tradicional, estufa solar



## **ABSTRACT**

The main objectives were to know the influence of ripeness, of pears of the variety of S. Bartholomew, on the physicochemical characteristics of the "Pêra Passa de Viseu", and to evaluate the possibility of replacing the traditional drying (in direct open-air sun exposure), by greenhouse drying. Six orchards of pears were selected. In each orchard four samples of pears were collected along maturation process. The third sample corresponds to the date of harvest of the pears, for the traditional drying and the greenhouse dryer. Fresh pears and dried pears were analyzed to determine the physical and chemical characteristics. The duration and the daily rate of the drying were also determined.

The results showed that the state of maturation influenced the characteristics of the dried pears. Thus, the pears with the higher rates of maturation led to darker, reddish and sweeter dried pears with higher levels of total sugars than pears with less ripened and no differences in the texture were found. Drying in greenhouse, allowed us to obtain a dried pear with physicochemical characteristics similar to the pear produced by the traditional method, in a shorter period of time and with a higher daily rate drying, yelled therefore, it is a possibility to consider for the replacement of traditional drying.

**Keywords:** S. Bartholomew pear, traditional drying, greenhouse.

## EXTENDED ABSTRACT

In this present work the variety of Portuguese S. Bartholomew pears were studied, which gave rise to a dry fruit, reddish-brown typically coloured, guitar shaped, to be commercially called "Pêra Passa de Viseu". These pears are dried by the traditional method (in direct open-air sun exposure), which presents some drawbacks likes: dependence on weather conditions, the use of large surfaces, the time consuming, and possible microbiological contamination. Therefore, the need to replace the empirical drying methods traditionally used, by more controlled drying processes.

Thus, the main objective of this study were, in one hand, to know about the evolution of ripening of the S. Bartholomew pears, on the tree, and the influence of ripeness on the physicochemical characteristics of the "Pêra Passa de Viseu". On the other hand, it was intended, to determine the changes caused by traditional and greenhouse drying, and also to evaluate the possibility of replacing the traditional drying by drying in the greenhouse.

To this end, six orchards of the variety of S. Bartholomew pears were selected. In each orchard four samples of pears were collected in different states of maturation. The third sample corresponds to the date of harvesting, of the pears, for traditional drying and greenhouse. Fresh pears, from the four samples, and traditionally and greenhouse dried pears were analyzed to determine some physico-chemical characteristics, which allowed to evaluate the ripeness of the pears and their influence on drying and to compare the two drying processes. The duration and the daily rate of drying were also determined. The data were subjected to a simple analysis of variance (ANOVA) "ANOVA post Hoc comparisons schceffé" for a 95% of confidante.

The results showed that the total sugar content increased with maturity while the crude fiber, moisture and acidity decreased. Pears at harvest, of different orchards, were in different states of maturation. The degree of ripeness of the pears, in fresh, influenced the characteristics of dried pears. Thus, the pears with the highest rates of maturation lead to dried darker and reddish pears and more total sugar than pears with lower rates, and there were no differences found in the properties of texture. In both drying processes we verified decrease moisture, hardness and crude fiber, and an increase in the total sugars, of the springiness and cohesiveness. Having also demonstrated that these drying processes caused changes in the colour of the pears, thus, they were darker and reddish after drying in the greenhouse leading to a dried pear physicochemical characteristics were similar to the pear produced by the traditional method in a shorter time period and with a higher daily rate

drying, therefore, represents a possibility to consider for the replacement of traditional drying. Another important consideration for replacing the traditional drying process is that the greenhouse drying allows us to obtain final products with similar organoleptic characteristics, with reduced microbiological hazards and dependence on weather conditions.

**Keywords:** S. Bartholomew pear, traditional drying, greenhouse.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE TABELAS .....	XII
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>A PÊRA DE S. BARTOLOMEU</i> .....	4
2.1.1. Secagem tradicional da pêra de S. Bartolomeu.....	6
2.1.2. Características da pêra passa de S. Bartolomeu.....	10
2.1.3. A comercialização de Pêra Passa de Viseu .....	11
2.2. <i>SECAGEM DE FRUTOS</i> .....	12
2.2.1. Processo de secagem .....	16
2.2.2. Factores que afectam a taxa de secagem .....	17
2.2.3. Alterações provocadas pela secagem .....	19
2.2.4. Rendimento .....	23
<b>3. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>25</b>
3.1. <i>COLHEITA DAS AMOSTRAS DE PERAS</i> .....	25
3.2. <i>SECAGEM TRADICIONAL DA PÊRA</i> .....	26
3.3. <i>SECAGEM EM ESTUFA SOLAR</i> .....	27
3.4. <i>ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</i> .....	29
3.4.1. Determinação da cor .....	29
3.4.2. Determinação da textura .....	31

3.4.3.	Determinação da humidade .....	34
3.4.4.	Determinação da cinza .....	35
3.4.5.	Determinação da acidez .....	36
3.4.6.	Determinação dos açúcares totais .....	37
3.4.7.	Determinação da fibra bruta .....	39
3.5.	<i>ANÁLISE ESTATÍSTICA</i> .....	40
<b>4.</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
4.1.	<i>DURAÇÃO DA SECAGEM</i> .....	41
4.1.1.	Taxa diária de secagem .....	42
4.2.	<i>RESULTADOS DAS ANÁLISES AO LONGO DA MATURAÇÃO</i> .....	43
4.3.	<i>RESULTADOS DAS ANÁLISES NA COLHEITA</i> .....	46
4.4.	<i>CARACTERÍSTICAS DAS PERAS SECADAS NA ESTUFA SOLAR</i> .....	49
4.5.	<i>CARACTERÍSTICAS DAS PERAS SECADAS TRADICIONALMENTE</i> .....	53
4.6.	<i>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS PERAS ANTES E APÓS A SECAGEM</i> .....	55
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b> .....	<b>63</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>64</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Pereira da variedade de S. Bartolomeu.....	4
Figura 2 - Peras afectas pelo pedrado.....	5
Figura 3 - Aspecto da pêra (A) e da polpa (B) variedade S. Bartolomeu. ....	5
Figura 4 – Diagrama de produção tradicional de Pêra Passa de Viseu. ....	6
Figura 5 - Alterações da cor e da forma da polpa de pêra no processo de secagem.....	7
Figura 6 - Operação de colheita da pêra. ....	7
Figura 7 - Operação de descasque da pêra. ....	8
Figura 8 - Aspecto geral das peras durante a 1ª secagem sob tabuleiros (A) e caruma (B).....	8
Figura 9 - Operação da espalma de pêra (A, B) e pêra depois de espalmada (C).....	9
Figura 10 - Aspecto geral da 2ª secagem. ....	9
Figura 11 - Aspecto das peras depois do processo de secagem.....	10
Figura 12 - Curva de secagem . ....	16
Figura 13 - Estufa solar (A) e termohigrómetro (B). ....	27
Figura 14 - Secagem das peras na estufa solar: início (A) e fim (B) da 1ªsecagem.....	27
Figura 15 - Secagem das peras na estufa solar: 2ªsecagem.....	28
Figura 16 - Espaço de cor CIElab .....	30
Figura 17 - Procedimento efectuado para a medição da cor.....	31
Figura 18 - Representação esquemática do teste de compressão.....	32
Figura 19 - Representação gráfica dos parâmetros de textura em texturómetro TA-XT2.....	32
Figura 20 - Material usado na preparação das amostras para análise - provetes.....	33

Figura 21 - Texturómetro utilizado para a determinação dos TPA's.....	33
Figura 22 - Balança de determinação da humidade. ....	35
Figura 23 - Amostras em banho-maria (A) e após a viragem para coloração rosada (B).....	37
Figura 24 - Cadinhos no dosi-fiber durante a hidrólise ácida (A) e na mufla (B). ....	40
Figura 25 - Peras em secagem sob tabuleiros de rede (A), caruma (B).....	41
Figura 26 – Peras em secagem sob eira de granito (A) tabuleiros de plástico (B). ....	42
Figura 27 - Propriedades químicas médias das peras, em fresco, nas 4 amostragens. ....	43
Figura 28 - Índice de maturação das peras nas 4 amostragens. ....	45
Figura 29 - Dureza das peras nas 4 amostragens. ....	45
Figura 30 - Elasticidade e coesividade das peras nas 4 amostragens. ....	46
Figura 31 - Índice de maturação das peras em fresco, na colheita, por pomar. ....	48
Figura 32 – Dureza das peras em fresco, na colheita, por pomar. ....	48
Figura 33 – Elasticidade e coesividade das peras em fresco, na colheita, por pomar. ....	49
Figura 34 - Coordenadas de cor das peras secadas na estufa solar. ....	52
Figura 35 - Coordenadas de cor das peras secadas tradicionalmente, por pomar.....	55
Figura 36 - Propriedades químicas das peras em fresco e secadas pelos dois métodos. ....	56
Figura 37 - Dureza das peras em fresco e secadas pelos dois métodos. ....	57
Figura 38 - Elasticidade e coesividade das peras em fresco e secadas. ....	58
Figura 39 – Coordenadas de cor das peras em fresco e secadas pelos dois métodos. ....	59
Figura 40 – Diferença total de cor.....	60

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da pêra da variedade S. Bartolomeu (em % de produto). ....	6
Tabela 2 - Propriedades nutricionais da pêra passa.....	11
Tabela 3. Definições das características de textura .....	20
Tabela 4 - Razão de transformação (fruto fresco: fruto secado) .....	24
Tabela 5. Identificação da distribuição dos pomares pelos produtores. ....	25
Tabela 6. Datas de colheita das amostragens de peras.....	26
Tabela 7. Datas referentes ao início e fim da primeira e segunda secagem. ....	28
Tabela 8 - Taxa diária de secagem. ....	43
Tabela 9 - Propriedades químicas das peras em fresco, na colheita, por pomar. ....	47
Tabela 10 - Propriedades químicas das peras secadas na estufa solar. ....	50
Tabela 11 – Propriedades de textura das peras secadas na estufa solar. ....	51
Tabela 12 - Propriedades químicas das peras secadas tradicionalmente, por pomar. ....	53
Tabela 13 - Propriedades de textura das peras secadas tradicionalmente, por pomar. ....	54



## 1. INTRODUÇÃO

A pereira de S. Bartolomeu (*Pyrus communis* L.) produz-se principalmente nos concelhos de Oliveira do Hospital, considerado o Solar da Pêra Passa, Seia e algumas freguesias dos concelhos de Mangualde, Nelas, Gouveia, Santa Comba Dão e Tábua. O fruto produzido por esta variedade é designado de pêra de S. Bartolomeu. Caracteriza-se por ser de pequena dimensão e apresentar uma cor amarelo esverdeada, com tonalidades rosa ou avermelhada. Esta variedade de pêra possui um paladar moderadamente agradável para ser consumida em fresco, não sendo muito doce e tendo compostos fenólicos que lhe conferem um gosto acre. Tradicionalmente consome-se secada, a chamada **pêra passa**, que é submetida a um processo de secagem por exposição directa ao sol em espaço aberto.

Após a secagem tradicional, o fruto secado torna-se doce, apresenta uma cor de avermelhada a acastanhada típica, com formato de viola e é muito apreciado pelos consumidores, principalmente na época natalícia, sendo conhecida comercialmente por “Pêra Passa de Viseu”.

Considerado um produto endógeno a “Pêra Passa de Viseu” possui características ímpares, em relação à forma, cor, paladar e cheiro, o que, associado à sua grande capacidade de preservação lhe confere um grande potencial comercial (Ferreira *et al.*, 1997).

De facto, a secagem reduz o teor em água o que faz com que a actividade da água dos alimentos diminua drasticamente, aumentando assim o tempo conservação e a vida útil dos mesmos, além de facilitar o seu transporte, manuseio e armazenamento (Park *et al.*, 2001).

A secagem solar, como processo artesanal, representa um dos métodos mais antigos de conservação dos alimentos, que consiste na remoção da água por acção das condições atmosféricas naturais, sem que seja necessário equipamento dispendioso e, nas regiões onde o clima é quente e seco, representa o processo mais económico de secagem (Sousa, *et al.*, 1992). Apresenta, contudo, alguns problemas dos quais se destacam a elevada dependência das condições atmosféricas naturais que se são impossíveis de controlar (Lindon & Silvestre, 2008), a exigência de grandes superfícies, morosidade do processo, a infestação por insectos, contaminação microbiológica e a dificuldade em controlar a qualidade dos produtos (Tang & Yang, 2004).

Com vista a diminuir os inconvenientes que o processo de secagem tradicional, por exposição directa ao sol, revela, torna-se necessário conhecer melhor as propriedades do fruto antes, durante, e após a secagem por diferentes metodologias, de modo a que seja possível substituir os métodos tradicionais de secagem por outros mais modernos, adequados às novas exigências de mercado, mas que não ponham em causa a própria existência desta tradição, assim como as características organolépticas deste produto. Deste modo, numa época em que cada vez mais se valorizam os produtos regionais, a pêra passa pode constituir uma importante fonte de rendimento para os produtores.

Assim, este trabalho inseriu-se no seguimento de alguns trabalhos e projectos em que a Escola Superior Agrária de Viseu (ESAV) se tem vindo a envolver desde há uns anos a esta parte, no âmbito da secagem de frutas, e em particular da pêra da variedade de S. Bartolomeu, com o intuito de contribuir para a promoção e valorização da pêra passa, tendo em conta os desafios que se colocam a este produto, principalmente a nível higiénico-sanitário, e ainda relação à rentabilidade e às técnicas de produção.

São exemplos desses trabalhos, um trabalho realizado na ESAV em acordo com a Universidade de Coimbra, que permitiu estudar a secagem de peras, comparando a secagem solar com secagem em estufa com convecção forçada, realizada a temperatura constante, e fazer uma análise das etapas do processo tradicional, no qual se concluiu que existem alternativas viáveis à secagem solar tradicional (Guiné, 2005). Um outro trabalho realizado na Universidade de Aveiro, com a participação de uma docente da ESAV, teve como objectivo conhecer as modificações que ocorrem ao nível macromolecular, microestrutural e macroestrutural na pêra de S. Bartolomeu (*Pyrus communis* L.) após secagem solar. A análise microestrutural da polpa mostrou que, da pêra em fresco para a secada, as propriedades de fractura dos tecidos foram modificadas (Ferreira, 2003).

Relativamente aos projectos desenvolvidos, são exemplo o Projecto AGRO nº 158, intitulado “Conservação e valorização de recursos genéticos de pomóideas regionais”, aprovado em 2002, e mais recentemente, o Projecto PTDC/AGR-ALI/74587/2006, aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) em 2006 intitulado “Peras secadas, promoção de um produto agro-alimentar tradicional utilizando metodologia científica”, que se desenvolveu de 2006 a 2010, sob a liderança da ESAV. O objectivo final deste projecto era aumentar a capacidade de criação de valor económico para o sector agro-alimentar. Para tal, o projecto foi composto por diversas etapas, das quais se destaca, o estudo de dois sistemas de secagem, com e sem incidência directa da radiação solar sobre os frutos, que

permitam aumentar a eficiência da secagem e a sua implementação pelos produtores de frutos secados, uma vez que, com a realização do presente trabalho pretendeu-se, de alguma forma, contribuir para o desenvolvimento desta etapa.

Assim, os objectivos principais deste trabalho foram:

- 1- Estudar as alterações físico-químicas que ocorrem ao longo da maturação da pêra de S. Bartolomeu, na árvore;
- 2- Comparar o estado de maturação das peras provenientes de 6 pomares, aquando da colheita destas para secagem e estudar a sua influência nas características físico-químicas da pêra passa.
- 3- Estudar as alterações das características físico-químicas provocadas pela secagem tradicional e em estufa solar, das peras.
- 4- Avaliar a possibilidade de substituição da secagem tradicional da pêra, por exposição directa ao sol, pela secagem em estufa solar, tendo em consideração as propriedades físico-químicas das peras secadas por estes dois métodos;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A PÊRA DE S. BARTOLOMEU

A pereira (*Pyrus communis* L.) é típica de zonas temperadas, pertence à família das Rosáceas (pomóideas) e produz um fruto muito apreciado pelos consumidores devido às suas propriedades nutritivas, organolépticas e medicinais (Barroca *et al.*, 2006). Efectivamente, no contexto da produção mundial das frutíferas pomóideas, as peras só perdem para as maçãs, sendo muito consumidas tanto em natural como em calda, secas, em sucos ou vinhos finos (*perry*, ou cidra de peras) (Park *et al.*, 2001).

De facto, o processamento de peras, incluindo a secagem, é comum em alguns países, como nos EUA (Park *et al.*, 2001), ou mesmo em Portugal onde a secagem de peras é uma prática muito antiga, existindo no Primeiro Congresso Pomológico, de 1879, relatos que referiam a pêra da variedade S. Bartolomeu como sendo um fruto “bonito mesmo antes de maduro” e “de boa qualidade para secar” (Castilho, 1932).

A pêra da variedade S. Bartolomeu (figura 1) tem origem na região da Beira Alta, nomeadamente, nos concelhos de Oliveira do Hospital, Seia, Santa Comba Dão e Tábua, sendo que primeiro destes concelhos representa a principal zona de produção (Fragata, 1994; Cunha, 1996). A designação desta variedade surgiu devido ao facto dos seus frutos amadurecerem por volta do dia de S. Bartolomeu (24 de Agosto) (Lima *et al.*, 2010).



**Figura 1** - Pereira da variedade de S. Bartolomeu.

Esta variedade é bastante rústica, adapta-se bem a qualquer tipo de terreno, desde que não seja, excessivamente, seco sendo ainda bastante resistente à geada, mas é susceptível ao predado (figura 2), sendo esta doença responsável por uma importante quebra na

produção, uma vez que, estas árvores não são sujeitas a qualquer intervenção cultural (Fragata, 1994; Ferreira *et al.*, 1997). No entanto, como se encontram dispersas, no meio ou em bordadura nos campos de cultivo beneficiam das regas e adubações feitas a estas culturas (Ferreira *et al.*, 1997).



**Figura 2** - Peras afectas pelo pedrado.

São conhecidos apenas três pomares com áreas relativamente pequenas, no concelho de Oliveira do Hospital. De facto, a dificuldade de encontrar árvores nos viveiros, a fraca divulgação desta variedade e ainda alguma fragilidade a que estão sujeitas estas árvores novas, representam alguns dos obstáculos à implantação destes pomares (Ferreira *et al.*, 1997). Contudo, existe uma tendência para contrariar estes factos, com a implantação de novos pomares nomeadamente no concelho de Tábua.

Os frutos da variedade S. Bartolomeu são geralmente pequenos, de forma oval, com pedúnculo longo, curvo e delgado e de cor castanha (Cunha, 1996). A pele é macia e de cor amarelo esverdeado, com tons rosados pela insolação (figura 3 A). A polpa de cor amarela (figura 3 B), é doce, firme e seca, mas o sabor é um pouco adstringente, contudo possui as qualidades necessárias ao processo de secagem (Ferreira *et al.*, 1997)



**Figura 3** - Aspecto da pêra (A) e da polpa (B) variedade S. Bartolomeu.

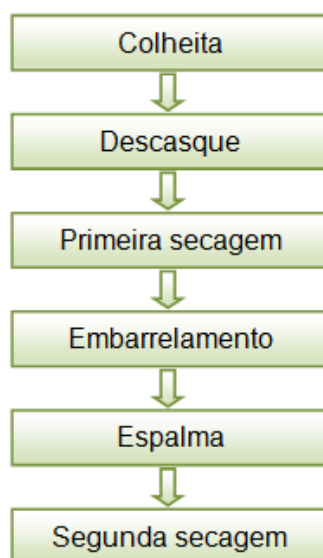
Quanto ao valor nutricional da pêra da variedade S. Bartolomeu em fresco pouco se sabe, apesar de algumas investigações terem surgido nos últimos anos com o objectivo de se estudarem as alterações físicas e químicas que ocorrem com o processo de secagem destes frutos. Na tabela 1 são apresentados alguns parâmetros da composição química da pêra, desta variedade, segundo um estudo feito por Guiné *et al.*, (2005).

**Tabela 1** - Composição química da pêra da variedade S. Bartolomeu (em % de produto).

<b>Açúcares totais</b>	<b>Acidez</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra bruta</b>	<b>Cinzas</b>	<b>Humidade</b>
14,14	1,14	0,3	1,26	0,32	80

### 2.1.1. Secagem tradicional da pêra de S. Bartolomeu

O processo tradicional de transformação da pêra de S. Bartolomeu em pêra passa, é um processo relativamente simples. O diagrama, da figura 4, apresenta as operações de produção da Pêra Passa de Viseu, sendo as mesmas descritas em seguida (Castilho, 1932; Cunha, 1996; Ferreira, *et al.*, 1997; Ferreira, 2003; Guiné, 2005).



**Figura 4** – Diagrama de produção tradicional de Pêra Passa de Viseu.

Este processo de produção provoca alterações significativas do sabor, da cor e da textura, levando à obtenção de uma pêra com uma coloração castanho-avermelhada, em formato de presunto (figura 5) e com propriedades elásticas (Ferreira, 2003).





**Figura 5** - Alterações da cor e da forma da polpa de pêra no processo de secagem.

### **Colheita**

A pêra é colhida manualmente, fruto a fruto, directamente ou com a ajuda de uma vara (figura 6), ou ainda, por vibração das pernas de modo a que os frutos caiam no chão ou em toldos de onde são apanhados. A apanha decorre, normalmente, durante o mês de Agosto e abrange diferentes estágios de maturação, que conduzem à obtenção de produtos secados com diferentes características. Assim, quando o fruto é apanhado antes da maturação completa, a passa resultante apresenta-se rija e de cor castanho avermelhado, por vezes mais atraente para o consumidor; quando o fruto é apanhado num estado de maturação mais avançado, a passa fica mais escura, mas é mais macia e mais doce.



**Figura 6** - Operação de colheita da pêra.

## Descasque

Após a colheita, a pêra é descascada manualmente, com faca ou navalha (figura 7).



**Figura 7** - Operação de descasque da pêra.

## Primeira secagem

As peras descascadas são colocadas em eiras de granito, sobre tabuleiros móveis ou, em passeiras constituídas por uma cama de caruma de pinheiro, onde ficam expostas ao sol entre 4 a 6 dias (figura 8), consoante as condições climáticas. O local de colocação das passeiras deve ser arejado e com boa exposição ao sol de modo a favorecer uma boa incidência da luz e temperaturas elevadas.



**Figura 8** - Aspecto geral das peras durante a 1ª secagem sob tabuleiros (A) e caruma (B).

## Embarrelamento

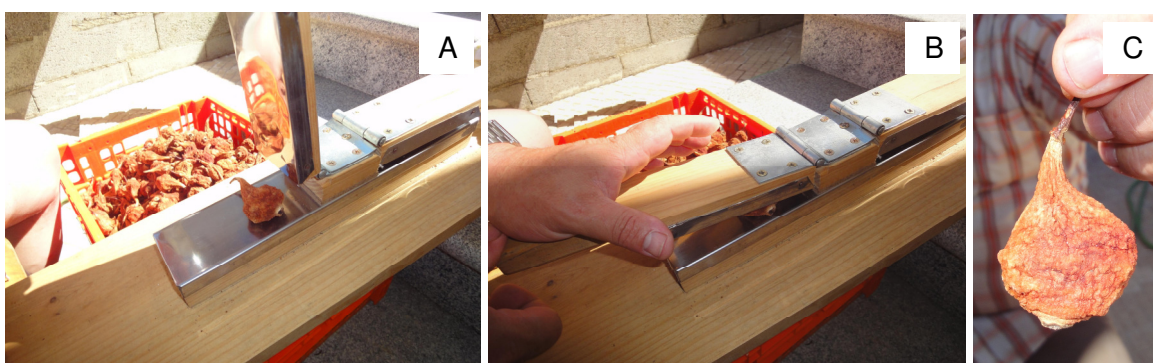
Após a primeira secagem, as peras são retiradas das passeiras à hora de maior calor, a fim de serem calcadas e abafadas dentro de cabazes ou cestos. Os cestos são então cobertos com mantas e guardados à sombra durante cerca de dois dias. A humidade e o



calor acumulados no interior amolecem consideravelmente a polpa, conferindo-lhe a elasticidade necessária à espalma sem que estale.

### **Espalma**

Depois de retiradas dos cestos, as peras são espalmadas. Esta operação consiste no achatamento do fruto, e é feita com um instrumento de fabrico artesanal, a espalmadeira (figura 9 A e B), que é formado por duas peças de madeira articuladas por uma dobradiça ou por um pedaço de couro. Alternativamente, pode realizar-se a espalma por compressão de duas pedras lisas. Os frutos depois de espalmados ficam achatados em forma de presunto (figura 9 C).



**Figura 9** - Operação da espalma de pêra (A, B) e pêra depois de espalmada (C).

### **Segunda secagem**

Os frutos depois de espalmados estendem-se novamente em eiras, desta vez sobre lençóis brancos, onde permanecem ao sol por mais dois a quatro dias (figura 10).



**Figura 10** - Aspecto geral da 2ª secagem.

## **Acondicionamento**

A pêra secada é depois embalada em sacos de 50 kg, que são guardados em armazéns para posterior comercialização. Trata-se de um produto bastante sensível à humidade, rehidratando-se com alguma facilidade, daí que o seu armazenamento e transporte devam ser feitos em condições apropriadas.

### **2.1.2. Características da pêra passa de S. Bartolomeu**

As características finais da pêra passa são avaliadas tendo em conta alguns parâmetros qualitativos da pêra, nomeadamente a sua consistência, a coloração uniforme, em tom de tijolo ou colorau (figura 11), o pedúnculo com cerca de 1 cm, bem como a flexibilidade da polpa, no entanto, estes parâmetros não são determinados quantitativamente (Guiné, 2005).



**Figura 11** - Aspecto das peras depois do processo de secagem.

Relativamente às propriedades nutricionais, a pêra passa, é um produto muito doce, com teores em açúcares na ordem de 50%, embora apresente uma acidez considerável e baixos teores em proteína. É praticamente isenta de gordura e pobre em proteína, mas apresenta quantidades de fibra apreciáveis, o que lhe confere algumas propriedades dietéticas. Esta análise é feita segundo os resultados do valor nutricional da pêra passa de S. Bartolomeu obtidos por Ferreira *et al.*, (1997) (tabela 2).

**Tabela 2** - Propriedades nutricionais da pêra passa (adaptado de Ferreira *et al.*, 1997).

Propriedades	
Humidade (g/100g de produto)	35,2
Proteínas (g/100g de produto)	1,2
Gordura (g/100g de produto)	0,1
Açúcares totais (g/100g de produto)	49,8
Fibras (celulose) (g/100g de produto)	5,0
Cinza (g/100g de produto)	1,4
Acidez total (cm <sup>3</sup> /100g de produto)	14,2

### 2.1.3. A comercialização de Pêra Passa de Viseu

A pêra de S. Bartolomeu após o processo de secagem tradicional ao sol, origina um produto, genuinamente português, conhecido comercialmente por “Pêra Passa de Viseu” (Ferreira *et al.*, 1997; Guiné, 2010), apesar de Oliveira do Hospital representar o solar da pêra passa (Fragata, 1994). Esta denominação, de acordo com a literatura, está relacionada com o facto de ter sido a cidade de Viseu o seu principal local de comercialização, nomeadamente, na Feira Franca de Viseu (realizada em Setembro, desde 1392) que representou, em tempos, o local mais importante de venda deste produto, a nível nacional (Castilho, 1932).

De facto, esta variedade teve durante muito tempo uma invulgar importância económica para inúmeras famílias que se dedicavam à obtenção deste produto tradicional, quase como único meio subsistência (Lima *et al.*, 2010).

A produção de Pêra Passa de Viseu tem vindo a decrescer acentuadamente nos últimos anos, e se nos anos 30 se produziam 100 toneladas de pêra passa, nos anos 90 a produção rondava as 15 toneladas (Fragata, 1994). Actualmente, embora não se disponham de dados produtivos, julga-se que a produção de Pêra Passa de Viseu continua em decréscimo, apesar de se assumir como uma variedade regional e de conter um conjunto de sabores, afinados de geração em geração, bastante apreciados pelos consumidores, principalmente na época natalícia (Lima *et al.*, 2010).

Esta quebra de produção está relacionada com a grande necessidade de mão-de-obra e com os custos a ela associados, principalmente nas operações de descasque e espalma, e ainda com o envelhecimento dos agricultores, uma vez que, por um lado estes já não investem em novas pereiras e as antigas estão em declínio, e por outro estão habituados a um método tradicional de produção (descasque à mão, secagem e espalma) desadequado às novas exigências de mercado (Guiné & Peres, 2010). Além disto, contribuiu para esta quebra o facto de, em 2007, os distribuidores terem começado a abdicar do produto devido às novas exigências de higiene e transporte, uma vez que, os produtores não têm condições para obedecer ao conjunto de normas que actualmente lhes são exigidas, designadamente rotulagem, higiene e segurança alimentar (Guiné & Peres, 2010; Guiné *et al.*, 2010).

No entanto, como a Pêra Passa de Viseu atinge em todas as campanhas valores aliciantes para quem a produz, com valores que rondam 9-10 €/kg de pêra secada no produtor, e no consumidor, na época de Natal, cerca de 20-25€/kg. Na maioria das vezes a forma de escoamento é garantida por um distribuidor que compra as peras secadas, a granel, e as transporta para os grandes mercados do Porto e Lisboa (Guiné *et al.*, 2010). Contudo, sabe-se que existem produtores que as vendem directamente ao consumidor final, em sacos de 150 ou de 250g, cujo preço é de 4,5 € e 7 €, respectivamente. Assim, o preço atractivo desta variedade secada tem evitado o abandono completo desta actividade.

O interesse por parte dos jovens empresários é uma realidade, tendo-se vindo a verificar, alguns investimentos em novos pomares apesar de todo o processo de produção, desde as informações sobre os porta-enxertos, a rega, a adubação, a densidade de plantação até às questões de higiene e segurança alimentar, incluindo o embalamento e a rotulagem do produto, assim como, questões relacionadas com a promoção do mesmo, ainda não estão completamente estabelecidas e estudados, daí que se pode dizer que o processo de produção da pêra passa ainda está nos seus primórdios, necessitando de ser aperfeiçoado de forma a ganhar dimensão para se tornar num produto competitivo (Guiné & Peres, 2010), e desta forma contribuir para o aumento do rendimento e da qualidade de vida das populações, permitindo a sua fixação no interior do país.

## **2.2. SECAGEM DE FRUTOS**

A conservação dos alimentos é possível devido à existência de vários métodos de tratamentos que prolongam a duração do alimento, mantendo um grau de qualidade

aceitável, incluído a cor, textura e aroma. Alguns destes métodos proporcionam a conservação dos alimentos por curtos períodos de tempo, como por exemplo, a cozedura ou a refrigeração, outros tais como os enlatados, a congelação e a secagem permitem conservar os alimentos por períodos mais longos (Holdsworth, 1988).

A secagem de alimentos na sua forma mais artesanal, por exposição directa ao sol, assumiu desde os primórdios das civilizações uma importância elevada na conservação dos alimentos, e durante muito tempo os frutos secados foram considerados como sendo a única forma de serem transportados sem perigo de deterioração (Martins, 1988).

A secagem solar, inicialmente, era restrita às frutas com elevados teores em açúcares, as quais ao serem colhidas poderiam secar, sem muitos danos provocados pelos fungos e pela fermentação, embora outras tenham surgido para esse fim (Spoto, 2006). Considera-se importante que os frutos destinados à secagem sejam pouco ricos em água, tenham polpa carnuda e que sejam ricos em açúcar (Martins, 1988). As espécies tradicionalmente mais utilizadas, ao longo dos anos, para a obtenção de frutos secados são os figos, as uvas e as prunóideas (ameixas, pêssegos e damascos), e mais recentemente começaram a surgir também as pomóideas (maçãs e peras) (Martins, 1988; Guiné & Castro, 2003).

Os principais países produtores de frutos secados são aqueles que na época de maturação dos frutos a secar, oferecem um conjunto de condições climáticas favoráveis à secagem, tais como: a temperatura elevada, humidade relativa baixa, insolação e radiação global elevadas e ausência de chuva (Martins, 1988; Gava *et al.*, 2009).

De entre os países produtores de frutos secados distinguem-se: Os EUA, e os países mediterrânicos como a Espanha, a Itália, a Grécia e a Turquia na produção de uvas e figos secados, e ainda África do Sul na secagem de uvas, alperces, pêssegos e peras (Dalgleish, 1993).

Portugal é um país do sul da Europa com um clima ameno, com zonas onde se desenvolvem certos microclimas favoráveis à produção de uma grande variedade de produtos agrícolas. Embora, a maior parte dos produtos seja consumida em fresco, existem algumas espécies nomeadamente, a uva e o figo, que tem uma tradição de secagem bastante antiga (Martins, 1988), assim como pêra, na região da Beira Alta.

A secagem tem como principal objectivo reduzir o conteúdo em água, e consequentemente, prolongar a vida útil dos alimentos, já que diminui a quantidade de água

disponível para o desenvolvimento e crescimento de fungos, leveduras, bactérias ou ainda a ocorrência de reacções enzimáticas no próprio fruto (Guiné & Castro, 2000). Neste processo, a perda de água nos frutos frescos pode ir dos 75 – 95 % para valores de 12 -15 %, o que permite aumentar a concentração dos açúcares, os quais a partir de determinado valor constituem, também um factor inibitório da actividade dos microrganismos. De uma forma geral, a secagem nos frutos deve ser efectuada até conteúdos de humidade máximos na ordem dos 20-25 %, de modo a constituírem uma garantia de estabilidade química e microbiológica, sem comprometer as características organolépticas dos produtos (Martins, 1988).

Além de facilitar a conservação dos alimentos, a secagem apresenta em relação a outros métodos de conservação algumas vantagens económicas, associadas à diminuição dos custos de transporte e de armazenagem, uma vez que, reduz significativamente o peso e o volume dos produtos e estes não requerem sistemas de refrigeração.

Por outro lado, dado que em determinadas circunstâncias os preços dos produtos agrícolas podem atingir valores muito abaixo dos próprios custos de produção, a secagem surge como uma forma de valorizar os produtos, melhorando o rendimento dos agricultores, além de possibilitar o consumo dos frutos fora das épocas normais de produção (Martins, 1988; Park *et al.*, 2001), e de permitir que produtos adquiram características organolépticas desejáveis, como por exemplo a cor, o sabor e a textura (Mujumdar, 1997).

Os produtos podem ser submetidos a diversos métodos de secagem, desde os mais simples, por exposição directa, até a outros mais modernos, contudo mais caros, como por exemplo a liofilização (Tang & Yang, 2004).

A secagem artesanal, consiste na remoção da água, por exposição directa ao sol, sem que sejam necessários equipamentos e, nas regiões onde o clima é quente e seco, representa o processo mais económico de secagem (Sousa, *et al.*, 1992). Apresenta, contudo, alguns inconvenientes, como por exemplo, a dependência das condições atmosféricas naturais, que são impossíveis de controlar (Oliveira, 2007; Lindon & Silvestre 2008), a exigência de grandes superfícies para a exposição directa, a morosidade do processo, a infestação por insectos, a contaminação microbiológica e a dificuldade em controlar a qualidade dos produtos (Tang & Yang, 2004; Oliveira, 2007; Gava *et al.*, 2009). Apesar destes contras, este processo é muito utilizado em diversas frutas, como por exemplo em uvas, ameixas, pêssegos, figos e peras (Martins, 1988; Gava *et al.*, 2009).

Tal como já foi referido, a secagem permite o controlo do crescimento microbiano, já que estes necessitam de água para se desenvolverem. No entanto, certos fungos podem crescer em alimentos com teores em humidade tão baixos como 12 %. As leveduras e as bactérias para se desenvolverem necessitam de teores em humidade superiores a 30 %. Assim, como as frutas secas apresentam entre 15 a 25% de humidade podem permitir o desenvolvimento de alguns microrganismos (Spoto, 2006; Gava, 2007). Contudo, apesar de a água representar, provavelmente o factor individual com maior influência na deterioração dos alimentos, o seu teor não é suficiente, por si só, para dar a indicação clara da sua estabilidade (Fellows, 2000; Gava *et al.*, 2009).

De facto, existem alimentos que são instáveis com baixos teores de humidade (0,6%), enquanto outros são estáveis a teores de humidade relativamente altos (20%). A disponibilidade da água para a actividade microbiológica, enzimática ou química é determinante a vida útil do alimento, e esta é medida pela actividade da água ( $a_w$ ) (Fellows, 2000). Assim, a secagem permite a conservação dos frutos devido ao aumento da concentração dos sólidos solúveis (açúcares, sais, etc.) e consequente diminuição do seu conteúdo em água até um ponto em que  $a_w$  no produto secado se torna suficientemente baixa para parar o desenvolvimento e crescimento dos microrganismos patogénicos e reduzir outras reacções (Tang & Yang, 2004).

O  $a_w$  (equação 1) pode ser expresso como a razão entre a pressão de vapor exercida pela água no alimento (P) com a pressão de vapor da água pura ( $P_0$ ), à mesma temperatura (Fellows, 2000; Bimbenet, 2002; Gava *et al.*, 2009):

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

O  $a_w$  varia de 0 a 1, sendo que o 0 corresponde à ausência de água livre e o 1 refere-se à água pura (Bimbenet 2002; Gava *et al.*, 2009). Este parâmetro é muito importante para prever a ocorrência de alterações no alimento, já que a actividade da maioria das bactérias é inibida para  $a_w$  inferior a 0,9, a das leveduras para  $a_w$  abaixo de 0,8 e dos fungos para  $a_w$  menor que 0,7 (Fellows, 2000). Embora, para  $a_w$  na ordem de 0,7 ocorrem reacções de escurecimento não enzimático e para  $a_w$  inferior a 0,4 ocorrem oxidações de lípidos (Guiné & Castro 2000).

No entanto, quase toda a actividade microbiana é limitada para valores de  $a_w$  inferiores a 0,6 pelo que, os frutos secos (15 – 20% de humidade) e com  $a_w$  igual a 0,6 (Fellows, 2000)

são microbiologicamente estáveis, ou seja, os microrganismos contaminantes não encontram nesses produtos condições favoráveis à sua multiplicação (Gava *et al.*, 2009).

Para que o processo de secagem seja adequado, os factores que o podem afectar, devem ser devidamente controlados de modo a que produto desidratado tenha valores de  $a_w$  capazes de evitar alterações a nível enzimático e microbiológico.

### 2.2.1. Processo de secagem

A secagem industrial de um produto alimentar inicia-se com a colocação do produto em contacto com o ar quente e seco, o qual vai transferir água do produto para o ar em função da diferença de humidades. A diferença de pressão parcial do vapor de água, existente entre o ar e a superfície do produto, permite que a água migre sob a forma de vapor do interior do alimento até à superfície, e desta para o meio envolvente (Honores, 1995; Prado, 1998; Park *et al.*, 2007).

A figura 12, mostra a curva de evolução do teor de água do produto ( $X$ ), da sua temperatura ( $T$ ) e da velocidade de secagem ( $dX/dt$ ), dita também por taxa de secagem, ao longo do tempo de secagem, utilizando ar com propriedades constantes (Park *et al.*, 2007).

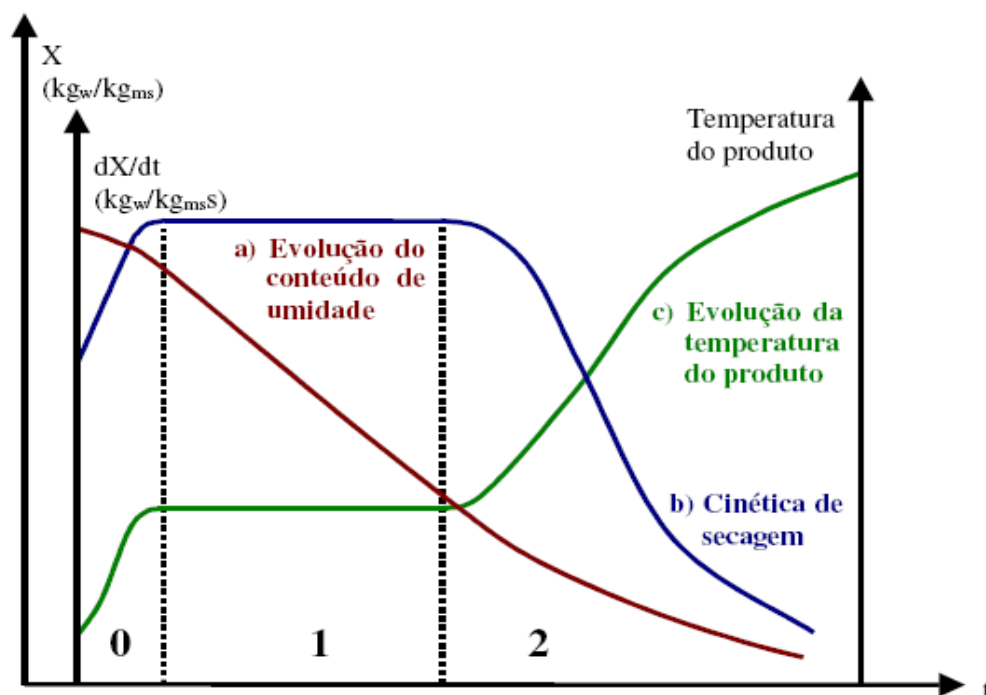


Figura 12 - Curva de secagem (Adaptado de Park *et al.*, 2007).



A curva (a) representa a diminuição do teor em água do produto durante a secagem. A curva (b) representa a variação da velocidade (taxa) de secagem do produto. A curva (c) apresenta a variação da temperatura do produto durante a secagem.

Segundo a figura 13, a evolução das transferências simultâneas de calor e de massa (água), no decorrer do processo de secagem, faz com que este seja dividido em três períodos: No primeiro período o ar quente provoca uma elevação gradual da temperatura do produto e, por consequência aumenta a pressão de vapor de água e a velocidade de secagem. Este fenómeno continua até que esta transferência de calor seja equivalente à transferência de massa. Segue-se o segundo período caracterizado por uma velocidade de secagem constante em que a água da superfície do produto é evaporada. Este período continua enquanto a migração de água do interior até à superfície do produto for suficiente para acompanhar a perda por evaporação na superfície. Por fim, no terceiro período, a taxa de secagem decresce, uma vez que, a quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se a transferência de massa. Neste último período, a transferência de calor não é compensada pela transferência de massa, o produto aquece, pois nesta fase a migração da água do interior do produto para a superfície é menor. Quando o produto atinge o ponto de humidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem o processo termina (Park *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2007).

Efectivamente, o fim do processo de secagem é determinado por um baixo teor em água e por uma elevada concentração em açúcares redutores, tendo em atenção que a quantidade final de água deverá ser tão baixa quanto possível, de modo a inibir o desenvolvimento microbiano, mas não excessivamente baixa sob pena de alterar as características organolépticas do fruto (Martins, 1988; Guiné & Castro, 2002).

### **2.2.2. Factores que afectam a taxa de secagem**

A transferência de calor e de massa entre o ar de secagem e o produto é um fenómeno comum a qualquer condição de secagem, no entanto, este processo não pode ser generalizado para os materiais biológicos pois existem vários factores que condicionam o processo de secagem, nomeadamente a sua velocidade (Park *et al.*, 2001).

Esses factores podem ser: externos, ou seja, aqueles que estão relacionados com as condições de processamento; e internos, relacionados com a natureza do alimento incluindo, a variedade e o estado de maturação (Martins, 1988; Fellows, 2000).

Relativamente às condições de processamento, as propriedades do ar de secagem, nomeadamente a temperatura, a humidade e a velocidade exercem grande influência nas condições ambientais do local de secagem, afectando sobretudo a velocidade e a duração da secagem (Gava *et al.*, 2009).

A velocidade de secagem é influenciada também pela quantidade de fruta a secar, principalmente quando o excesso de carga afecta o contacto do ar com o alimento, e ainda pela forma e a espessura da matéria-prima, já que estão relacionadas com a área superficial. A humidade da superfície do produto está em equilíbrio com a humidade do ar de secagem. A diferença entre estas humidades permite a difusão e, à medida que diminui essa diferença diminui a velocidade de secagem (Gava, 2007).

No que respeita à natureza do alimento, a concentração de solutos nos frutos influencia a velocidade de secagem, como por exemplo, o açúcar da ameixa que se encontra depositado na superfície durante a secagem, forma uma crosta que diminui a velocidade de secagem (Park *et al.*, 2007). Assim, existem frutos que secam rapidamente, mas noutros o processo é mais lento, dependendo este fenómeno do estado de maturação, assim como, do teor em humidade dos frutos, cujos efeitos influenciam quer no rendimento de transformação quer na qualidade dos frutos depois de secados (Martins, 1988).

O estado de maturação da fruta destinada à secagem exerce uma grande influência na qualidade dos produtos secados. Esta deve ser colhida no seu ponto óptimo de maturação, já que a fruta verde vai originar produtos de qualidade inferior, pois estes apresentam-se descorados, com pouco sabor e com grau reduzido de doçura. Por sua vez, da fruta em estado de maturação avançado, resultam produtos de coloração mais escura e com sabor de fruta demasiado madura (Spoto, 2006).

A colheita dos frutos no ponto de maturação óptima não é fácil, pois os frutos na mesma árvore não amadurecem todos ao mesmo tempo. No entanto, é possível conhecer a evolução da maturação em cada espécie recorrendo à determinação dos açúcares totais e da acidez total, em laboratório, com o objectivo de estabelecer a época de colheita (Martins, 1988).

O índice de maturação (IM) é fornecido pela relação entre os açúcares totais e a acidez total existente nos frutos, tal como indicado na equação 2:

$$IM = \frac{\text{Açúcar total (g/l)}}{\text{Acidez Total (g/l)}} \quad (2)$$

O índice de maturação aumenta com o processo de maturação, devido ao incremento da concentração de açúcares, e à redução da acidez (Martins, 1988).

Os ácidos alifáticos, sobretudo o málico e o cítrico, diminuem com a maturação, bem como os ácidos fenólicos, que se metabolizam em açúcar a partir de um certo grau de maturação. Como consequência, desaparece o sabor a ácido e a adstringência para dar lugar ao sabor suave e ao equilíbrio doce-ácido dos frutos maduros (Anchía, 2000 citado por Guiné, 2005). Assim, a acidez torna-se um parâmetro importante na aceitação das frutas pelos consumidores, já que o teor de ácidos não determina apenas o sabor, mas pode também mascarar o gosto adocicado das mesmas.

No pomar pode seguir-se a maturação só através da evolução dos açúcares, determinando o grau Brix, por refractómetro de bolso, que quantifica os sólidos solúveis totais.

Depois da colheita, deve-se analisar o teor em açúcares dos frutos a secar, pois este factor é dos que mais influencia o rendimento e duração da secagem, assim como a conservação do produto secado (açúcares redutores) (Martins, 1988).

### **2.2.3. Alterações provocadas pela secagem**

Todos os produtos sofrem alterações durante a secagem e a armazenagem que reduzem a sua qualidade quando comparada com a do produto fresco. As alterações mais importantes verificam-se sobretudo na textura e no sabor ou aroma, embora as mudanças na cor e no valor nutricional sejam também significativas em alguns alimentos (Fellows, 2000; Gava, 2007).

## Alterações na Textura

A textura nos alimentos representa um dos três principais atributos de aceitação de alimentos junto com a aparência e o sabor (Bourne, 2002), mas a sua definição gerou diversas discussões na comunidade científica, porém actualmente há um consenso de que ela é um atributo sensorial.

A textura de um alimento refere-se a um conjunto de atributos que são apreciados a nível sensorial pelos consumidores, e que influenciam na percepção da qualidade (Gutiérrez, 2000), sendo fundamental para a aceitação do produto.

A relação de proximidade entre a estrutura e a textura de um alimento permite a seguinte definição de textura: Textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais e mecânicas dos alimentos detectadas através dos sentidos da visão, audição, tacto e cinestéticos (Szczesniak, 2002). Esta definição engloba conceitos importantes tais como: 1) textura é uma propriedade sensorial, e por isso só o ser humano pode percebê-la. Os instrumentos podem detectar e quantificar apenas alguns parâmetros físicos que devem ser interpretados em termos de percepção sensorial; 2) textura é um parâmetro de atributos múltiplos; 3) deriva da estrutura dos alimentos (molecular, microscópica e macroscópica) e; 4) é detectada por vários sentidos, principalmente pelo tacto (Szczesniak, 2002; Oliveira, 2007).

Como a textura é um parâmetro de atributos múltiplos, os termos de textura para sólidos e semi-sólidos são classificados pelo método de descrição do perfil de textura, aplicável para medidas sensoriais (Rosenthal, 1999). As definições sensoriais das propriedades primárias de textura são apresentadas na tabela 3.

**Tabela 3.** Definições das características de textura (adaptado de Rosenthal, 1999).

Propriedades Primárias	Sensoriais
Dureza	Força requerida para comprimir um alimento entre os molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (semi-sólidos).
Coesividade	Força das ligações internas que compõem o alimento e que o mantém coeso.
Elasticidade	Capacidade de um alimento recuperar a sua forma original depois de retirada a força de compressão.
Adesividade	Trabalho necessário para remover um alimento que se encontra aderido a uma determinada superfície.

As propriedades de textura variam, principalmente, com os teores de humidade e gordura, os tipos e quantidade de hidratos de carbono estruturais (celulose, amidos, materiais pécnicos) e as proteínas do alimento. As modificações na textura são provocadas pela perda de humidade ou gordura, formação ou quebra de emulsões e géis, hidrólise de hidratos de carbono e hidrólise ou coagulação de proteínas (Fellows, 2000). A textura das frutas secadas é afectada pela sua natureza, nível dos pré-tratamentos (branqueamento), tipo e grau de redução de tamanho, e descasque.

A velocidade e a temperatura de secagem possuem um efeito substancial na textura dos alimentos (Spoto, 2006). Geralmente, a secagem rápida a altas temperaturas provoca maiores alterações na textura do que a secagem moderada a baixas temperaturas (Cañizares *et al.*, 2007). Isto acontece, porque à medida que a água é removida durante a secagem, os solutos movimentam-se do interior do alimento para a superfície. Na superfície, eles vão formar uma crosta impermeável dura, devido ao ar em altas temperaturas que causa mudanças químicas e físicas nos solutos da superfície de certos alimentos, como nas frutas (Fellows, 2000; Cañizares *et al.*, 2007; Gava *et al.*, 2009). Este fenómeno, conhecido como endurecimento superficial, reduz a taxa de secagem e produz um alimento com uma superfície seca e um interior húmido (Fellows, 2000; Spoto, 2006).

### **Alterações de sabor ou aroma**

Alimentos frescos contêm misturas complexas de compostos aromáticos, que transmitem aromas e sabores característicos, mesmo quando em concentrações muito baixas. No entanto, durante o processamento, esses compostos podem perder-se, o que reduz a intensidade dos aromas ou revela outros compostos de aromas/sabores. Compostos aromáticos voláteis também são produzidos pela acção do calor, da oxidação ou da actividade enzimática em proteína, gordura e hidratos de carbono. Alguns exemplos são a reacção de Maillard entre aminoácidos e açúcares redutores, ou grupos carbonila e produtos da degradação de lípidos, ou hidrólise de lípidos em ácidos gordos e subsequente conversão em aldeídos, esteres e álcoois (Fellows, 2000).

De facto, o calor além de provocar a vaporização da água durante a secagem também causa a perda de componentes voláteis do alimento (Fellows, 2000; Spoto, 2006). Consequentemente, a maioria dos alimentos secados possui menos aroma do que o alimento original (Fellows, 2000). O grau de perda de voláteis é influenciado pela temperatura e teor de humidade do alimento e pela pressão de vapor e solubilidade no vapor de água dos voláteis (Fellows, 2000; Cañizares *et al.*, 2007).

## **Alterações na Cor**

A cor é uma das características sensoriais mais importantes para a aceitabilidade do consumidor. Além de ser uma qualidade organoléptica que influencia na escolha e na aceitação dos alimentos possibilita ainda, nos produtos de origem vegetal, distinguir o grau de maturação e a idoneidade destes produtos (Gutiérrez, 2000).

Porém, o processamento térmico dos alimentos pode destruir muitos pigmentos naturais. Desta forma, o processamento pode modificar a coloração característica dos alimentos. O acastanhamento devido às reacções de Maillard é uma causa importante de alterações de cor, que tanto podem ser desejáveis, como por exemplo nos assados, quanto indesejáveis, como por exemplo na secagem (Fellows, 2000).

Em relação à secagem de alimentos são diversas as causas que podem provocar a perda ou a mudança de cor no alimento, incluindo, as ocasionadas pelo processo em si, as alterações dos pigmentos, a acção das enzimas polifenoloxidasas e as reacções de Maillard (Gava *et al.*, 2009).

Assim, a secagem altera as características superficiais do alimento, modificando, a sua reflectividade e cor (Cañizares *et al.*, 2007). Em frutas, as alterações químicas dos pigmentos carotenóides e da clorofila são ocasionadas pelo calor e pela oxidação durante a secagem (Fellows, 2000; Spoto 2006) e a actividade residual da enzima polifenoloxidase causa o escurecimento durante a armazenagem (Fellows, 2000). O escurecimento devido às reacções de Maillard em produtos à base de frutas depende da actividade da água e da temperatura de armazenamento, aumentando progressivamente com a elevação da temperatura, quando a humidade excede 4 a 5 % e com a temperatura acima de 38% (Spoto, 2006).

## **Alterações no valor nutritivo**

O alimento secado perdeu determinado teor em humidade, levando sobretudo o aumento da concentração dos nutrientes por unidade de peso, quando comparado com o alimento fresco (Gava, 2007). Contudo, poucas diferenças são observadas nos teores de hidratos de carbono, proteínas, fibras e cinzas, sempre que a variação no conteúdo de humidade é levada em consideração (Anónimo, 2009), apesar de se verificarem perdas de certos constituintes, principalmente de vitaminas (Gava, 2007).

As vitaminas possuem diferentes solubilidades em água, e com o avanço da secagem, algumas como a riboflavina, tornam-se supersaturadas e precipitam-se da solução, sendo as perdas pequenas. Outras, como a vitamina C, são solúveis mesmo em teores de humidade muito baixos, reagindo fortemente com os solutos com o progresso da secagem (Fellows, 2000; Cañizares *et al.*, 2007). A vitamina C também é sensível ao calor e à oxidação, no entanto, as perdas são reduzidas com curtos tempos de secagem, baixas temperaturas, baixa humidade e baixo nível de oxigénio (Fellows, 2000; Spoto, 2006). A tiamina também é termosensível, mas outras vitaminas hidrossolúveis são mais estáveis ao calor e à oxidação, e as perdas durante a secagem geralmente não excedem 5 a 10 % (Fellows, 2000; Spoto, 2006; Cañizares *et al.*, 2007). As vitaminas lipossolúveis são perdidas por interacção com os peróxidos produzidos pela oxidação da gordura (Fellows, 2000). A secagem ao sol afecta bastante o teor de caroteno e de vitamina C (Gava, 2007).

Quanto às proteínas, podem ocorrer perdas do valor biológico que dependem do método de secagem. A exposição prolongada a altas temperaturas pode afectar as proteínas, no entanto, se a temperatura utilizada for baixa pode verificar-se um aumento da digestibilidade do alimento quando comparado com o alimento fresco (Gava, 2007).

A concentração dos hidratos de carbono nas frutas pode levar a problemas de sobre-escorecimento (Gava, 2007).

#### **2.2.4. Rendimento**

O rendimento de transformação dos frutos secados permite quantificar a eficiência do processo de secagem, e varia com diversos factores, incluindo os que influenciam os tempos de secagem, tais como a humidade inicial e o índice de maturação. Geralmente, pode-se considerar dois rendimentos: o rendimento real (Rr) e o rendimento total (Rt) (Martins, 1988).

O rendimento real (Rr) exprimido em %, é definido como a razão entre o peso do produto secado e o peso do produto fresco (equação 3):

$$Rr = \frac{\text{Peso do fruto secado (g)}}{\text{Peso do fruto fresco (g)}} \times 100 \quad (3)$$

O rendimento teórico (Rt) é definido com base nos valores da humidade do fruto em fresco no início (hi), e dos frutos secados (hf), sendo calculado pela equação 4:

$$Rt = \frac{(1 - hi)}{(1 - hf)} \times 100 \quad (4)$$

Como é lógico o rendimento real é sempre menor do que o teórico, pois o primeiro entra com as perdas de peso resultantes da evaporação de componentes voláteis e não apenas a perda de peso devido à evaporação de água (Guiné, 2005). No entanto, para um determinado fruto, quando os valores do rendimento real são próximos dos do rendimento teórico é porque as perdas por evaporação de componentes voláteis foram mínimas, significando que o fruto em causa tem boas características de transformação e é adequado para secar (Martins, 1988).

Num conceito mais prático, também se pode determinar o rendimento pela razão de transformação, correspondendo este à proporção entre a quantidade de produto fresco que é necessário para se obter um quilograma de produto secado. Esta proporção, inversa do rendimento real permite avaliar as vantagens e as desvantagens da secagem, em termos económicos, já que quanto mais baixa for a razão de transformação, mais vantajosa esta se apresenta e existem, para alguns frutos, valores médios desta razão, os quais são apresentados na tabela 4 (Martins, 1988).

**Tabela 4 - Razão de transformação (fruto fresco: fruto secado) (Adaptado de Martins, 1988; \* Ferreira, 1997).**

<b>Frutos</b>	<b>Fresco: Secado (kg)</b>
Ameixas	3:1
Damascos (inteiros)	5,5:1
Damascos (metades)	4:1
Pêssegos (inteiros)	5:1
Pêssegos (metades)	4:1
Figos	2:1
Uvas (com grainha)	5:1
Uvas (sem grainhas)	4:1
Pêra variedade S. Bartolomeu	6,5:1*



### 3. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Para alcançar os objectivos propostos, a parte experimental deste trabalho consistiu:

- Na colheita de peras frescas;
- Na secagem de peras em estufa solar na ESAV;
- No acompanhamento da secagem tradicional realizada pelos produtores;
- Na recolha das peras secadas pelo método tradicional;
- Na realização de análises físico-químicas às peras em fresco e secadas tradicionalmente e em estufa solar.

Para tal, foram seleccionados 6 pomares de pereiras da variedade S. Bartolomeu. Destes, 5 pomares ficam localizados concelho de Oliveira do Hospital, nomeadamente em Lagares da Beira (pomar LB1), Meruge (pomar LB2), Ervedal da Beira (pomar LB3), São Gião (pomar SG) e Vendas de Galizes (pomar VG), e 1 fica no concelho de Tábua, em Vale Taipa (pomar VT). Estes pomares estão distribuídos por 4 produtores tal como representado na tabela 5. Todos estes produtores produzem Pêra Passa de Viseu pelo método tradicional, razão pela qual foram seleccionados para o fornecimento das peras em fresco e depois de secadas.

**Tabela 5.** Identificação da distribuição dos pomares pelos produtores.

	Pomar
<b>Produtor LB</b>	LB1, LB2, LB3
<b>Produtor SG</b>	SG
<b>Produtor VG</b>	VG
<b>Produtor VT</b>	VT

#### 3.1. COLHEITA DAS AMOSTRAS DE PERAS

As amostras de peras para análise foram colhidas, nos pomares seleccionados, em 4 datas diferentes, com cerca de uma semana de intervalo, ao longo da maturação. Assim, obteve-se em cada pomar, quatro amostras de peras, em diferentes estados de maturação. A amostragem 3 correspondeu à data de colheita das peras para secagem pelo método tradicional, de acordo com indicações dos produtores, pelo que, nesta data, também se procedeu à colheita de peras para secar em estufa solar da ESAV. As datas referentes à colheita, de cada amostragem, são apresentadas na tabela 6.

**Tabela 6.** Datas de colheita das amostragens de peras.

<b>Data</b> <b>Pomar</b>	<b>Amostragem 1</b>	<b>Amostragem 2</b>	<b>Amostragem 3</b>	<b>Amostragem 4</b>
<b>LB1</b>	28-07-2010	04-08-2010	11-08-2010	18-08-2010
<b>LB2</b>	28-07-2010	04-08-2010	11-08-2010	18-08-2010
<b>LB3</b>	28-07-2010	04-08-2010	11-08-2010	18-08-2010
<b>SG</b>	05-08-2010	12-08-2010	23-08-2010	30-08-2010
<b>VG</b>	28-07-2010	04-08-2010	11-08-2010	18-08-2010
<b>VT</b>	05-08-2010	12-08-2010	19-08-2010	26-08-2010

Em cada pomar a recolha, da amostragem de peras, foi efectuada manualmente, sempre na mesma árvore e de forma aleatória. Após cada recolha, as peras foram transportadas numa mala térmica para o seu destino (ESAV), onde foram acondicionadas a 6º C até se proceder à sua análise. Uma parte das peras da amostragem 3 foram descascadas e secadas inteiras na estufa solar.

Além da amostragem de peras em fresco, ainda se procedeu à colheita de uma amostra de peras secadas, pelos produtores, segundo método tradicional, as quais depois de transportadas em, mala térmica, foram acondicionadas a 6ºC até posterior análise.

### **3.2. SECAGEM TRADICIONAL DA PÊRA**

O processo de secagem da pêra da variedade S. Bartolomeu utilizado pelos produtores foi idêntico ao descrito anteriormente para a secagem tradicional da pêra (ver secção 2.1.1), com excepção da operação de embarrelamento, uma vez que, actualmente já não é efectuada por estes produtores de pêra passa. Além disso, registou-se a duração da secagem e procedeu-se à pesagem de uma amostra de peras em fresco, a qual também foi pesada no final da secagem, com a excepção do pomar VG que não foi possível efectuar esta pesagem por razões logísticas. Os valores foram registados com o objectivo de se determinar a taxa diária de secagem (TDS) (equação 5).

$$TDS = \frac{\frac{(\text{Peso das peras em fresco (g)} - \text{Peso das peras secadas (g)})}{\text{Peso das peras em fresco (g)}}}{\text{Nº de dias de secagem}} \quad (5)$$

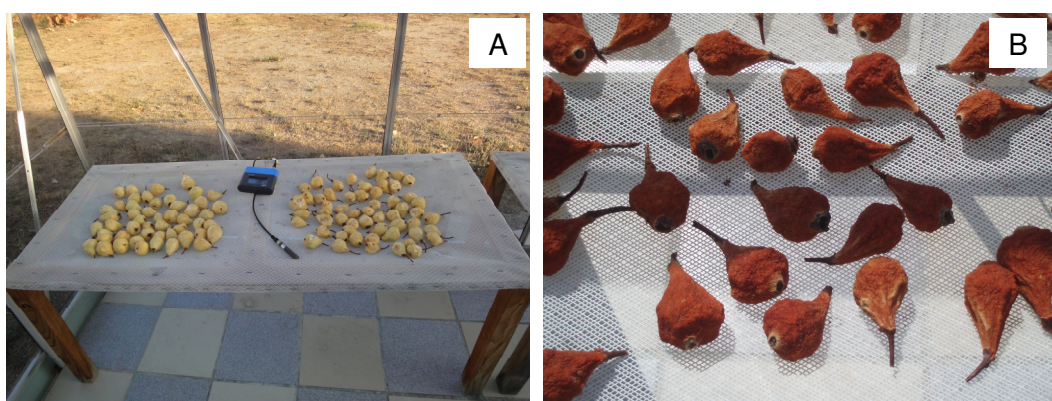
### 3.3. SECAGEM EM ESTUFA SOLAR

Esta secagem foi realizada numa estufa (figura 13 A) em alumínio, com vidros de horticultura e equipada com um ventilador que permitiu uma extracção de ar mais eficaz. Para o controlo da temperatura e humidade no interior da estufa foi colocado um termohigrómetro (Lufft – Opus 10) (figura 13 B). Desta forma, as condições de temperatura e humidade relativa dentro da estufa foram registadas em intervalos de 10 minutos ao longo de todo o processo de secagem.



**Figura 13** - Estufa solar (A) e termohigrómetro (B).

A metodologia utilizada no processo de secagem em estufa solar, na ESAV, foi idêntica à secagem tradicional da pêra efectuada pelos produtores. Assim, inicialmente as peras foram pesadas, descascadas, pesadas e colocadas a secar inteiras sobre redes de nylon (1ª secagem), onde ficaram expostas ao sol entre 4 a 7 dias (figura 14 A e 14 B), consoante o pomar em causa.



**Figura 14** - Secagem das peras na estufa solar: início (A) e fim (B) da 1ª secagem.

Perto do fim da 1ª secagem foram retiradas três peras para monitorizar o fim da 1ª secagem, a qual foi dada como concluída quando o teor de humidade das peras era

aproximadamente de 25%, o que fez com que a duração desta 1ª secagem tenha sido diferente em alguns pomares (tabela 7).

**Tabela 7.** Datas referentes ao início e fim da primeira e segunda secagem.

Pomar	Primeira secagem		Segunda secagem	
	Início	Fim	Início	Fim
<b>LB1 LB3</b>	16-08-2010	21-08-2010	21-08-2010	22-08-2010
<b>LB2 VG</b>	16-08-2010	20-08-2010	20-08-2010	21-08-2010
<b>SG</b>	24-08-2010	29-08-2011	29-08-2010	30-08-2010
<b>VT</b>	21-08-2010	28-08-2010	28-08-2010	29-08-2010

Após a primeira secagem, as peras foram retiradas da estufa pela hora do calor, a fim de serem espalmadas. Esta operação consistiu no achatamento do fruto entre duas peças de madeira articuladas por uma dobradiça. Posteriormente, os frutos espalmados foram colocados novamente na estufa a secar (2ª secagem) (figura 15), onde permaneceram por mais um dia.



**Figura 15** - Secagem das peras na estufa solar: 2ªsecagem

No final da 2ª secagem as peras foram retiradas da estufa, pesadas e armazenadas em local fresco até serem submetidas a análise.

### **3.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

As peras em fresco da variedade S. Bartolomeu, assim como, as peras secadas pelos diferentes métodos (tradicional e estufa solar na ESAV) foram analisadas relativamente a algumas das suas propriedades físicas (cor e textura), e químicas (humidade, acidez, fibra, açúcares totais e cinzas) por serem propriedades de grande importância para a aceitabilidade, do produto, por parte do consumidor.

Todas as análises físico-químicas, com excepção da cor, foram efectuadas em triplicado, usando amostras de peras diferentes, ou seja, foram utilizadas 3 peras em fresco de cada pomar e de cada amostragem, 3 peras secadas em estufa solar de cada pomar e 3 peras secadas pelo método tradicional de cada produtor. No total foram analisadas 18 amostras de peras em fresco de cada amostragem, 18 amostras peras secadas em estufa solar e 12 amostras de peras secadas pelo produtor.

#### **3.4.1. Determinação da cor**

A cor em alimentos pode ser analisada por diversos métodos, no entanto, em laboratórios e indústrias, os que se utilizam mais são a colorimetria e a espectrofotometria. A colorimetria é a ciência que estuda a cor de acordo com a percepção humana padrão. Os colorímetros usam sensores que simulam o modo como o olho humano vê a cor e quantificam diferenças de cor entre um padrão e uma amostra (Minolta, 2007). A classificação da cor, por parte destes equipamentos, é expressa em termos de:

Tonalidade – intervalo de longitude da onda em que se descreve a cor (vermelhos, azuis, verdes, etc.).

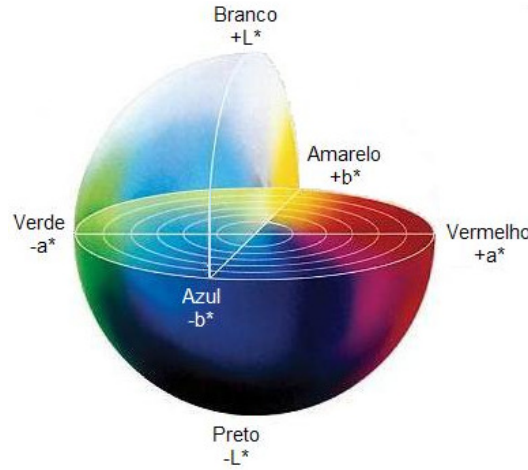
Brilho – é a quantidade de luz que é reflectida de uma cor (luminosidade), faz a cor parecer mais clara.

Saturação – grau de concentração ou pureza de uma cor.

Na medição numérica da cor podem ser utilizados vários sistemas, no entanto, o sistema  $L^* a^* b^*$  ou sistema CIELab criado, em 1976, pela Comissão Internationale de l'Eclairage (CIE) é o mais amplamente utilizado (Minolta, 2007; HunterLab, 2008b), pois é a escala de cor mais uniforme e linear (Malheiros, 2007). Este sistema posiciona uma cor, no espaço, através três coordenadas cartesianas rectangulares (figura 16), em que eixo  $L^*$  mede a



variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100), correspondendo ao escuro e ao claro. Os eixos  $a^*$  e  $b^*$  não têm limites numéricos específicos, pelo que o vermelho é representado por  $+a^*$  e o verde por  $-a^*$ ; o amarelo por  $+b^*$  e o azul por  $-b^*$  (Minolta, 2007; HunterLab, 2008a).



**Figura 16** - Espaço de cor CIElab (adaptado de HunterLab, 2008a).

Conhecendo os valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  do padrão e  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da amostra, é possível calcular as diferenças entre um padrão e a amostra em cada coordenada, e também a diferença total ( $\Delta E^*$ ), conforme as equações 6, 7, 8 e 9 (HunterLab, 2008a).

$$\Delta L^* = L^*_{\text{amostra}} - L^*_{\text{padrão}} \quad (6)$$

Quando  $\Delta L^*$  é positivo significa que a amostra é mais clara que o padrão, pelo contrário se é negativo significa que é mais escura.

$$\Delta a^* = a^*_{\text{amostra}} - a^*_{\text{padrão}} \quad (7)$$

Se  $\Delta a^*$  é positivo significa que a amostra é mais vermelha que o padrão, porém se é negativo significa que é mais verde.

$$\Delta b^* = b^*_{\text{amostra}} - b^*_{\text{padrão}} \quad (8)$$

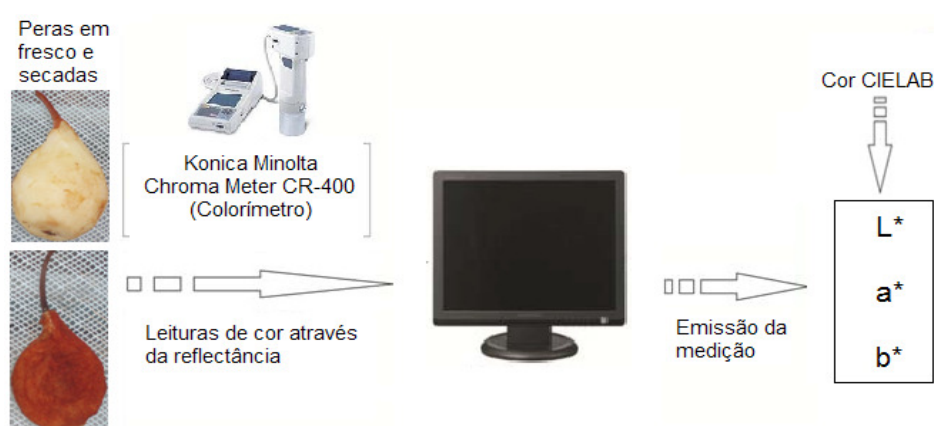
Quando  $\Delta b^*$  é positivo significa que a amostra é mais amarelada que o padrão, porém se é negativo significa que é mais azul.

$$\Delta E^* = \left[ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Assim,  $\Delta E^*$  é um número que determina a diferença total de cor entre um padrão e amostra, e que pode ser usado como parâmetro de aprovação ou reprovação de cores. Para valores de  $\Delta E^*$  baixos, nomeadamente, inferiores a 10, as diferenças entre as cores são pouco significativas.

#### Procedimentos:

Neste trabalho, a cor das peras secadas pelos dois métodos foi determinada com um colorímetro (Chroma Meter CR-400 da Konica Minolta), tal como indicado na figura 17, no espaço de cor CIELab. Para tal foram utilizadas 5 peras secadas, em estufa solar, de cada pomar e 5 peras secadas, pelo método tradicional, de cada produtor. Em cada pêra foram feitas 4 medições, num total de 200 medições relativas aos diferentes métodos de secagem.



**Figura 17** - Procedimento efectuado para a medição da cor.

Posteriormente, calculou-se a diferença de cor das peras secadas pelos dois métodos de secagem tendo em conta valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das peras em fresco determinados anteriormente.

#### **3.4.2. Determinação da textura**

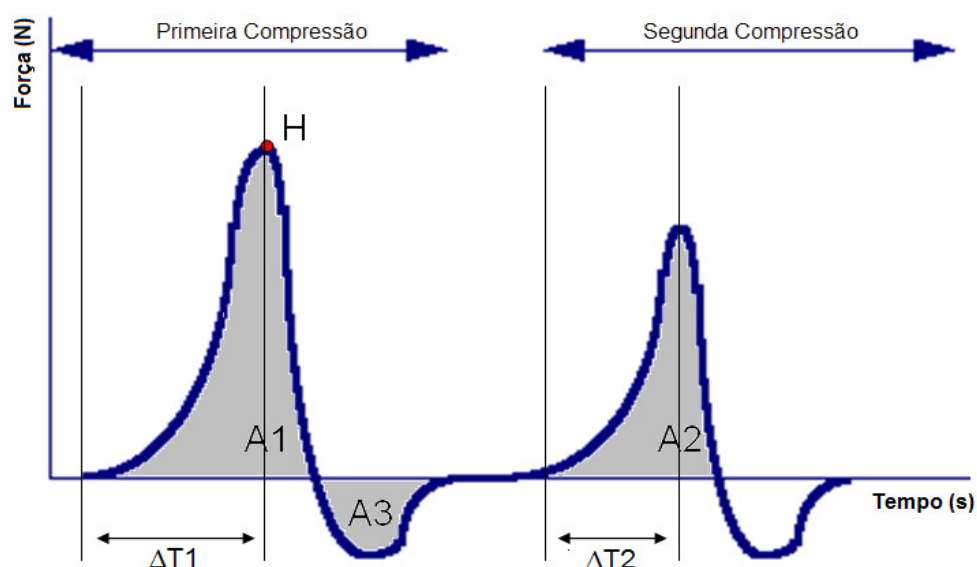
A caracterização da textura de um alimento pode ser feita pelo método da Análise do Perfil de Textura (TPA). Este é um método objectivo de avaliar propriedades sensoriais. Desenvolvido pela General Foods nos anos 60 e por Szczesniak, que definiu inicialmente os parâmetros de textura usados neste método de análise. Posteriormente Bourne, em 1978, adaptou o Instron para executar o TPA, comprimindo amostras de alimentos. Actualmente utiliza-se o texturómetro para realizar este tipo de teste. A análise da textura realizada por

compressão num texturómetro que permite avaliar as propriedades mecânicas a partir de forças aplicadas ao alimento. Este teste consiste em comprimir uniaxialmente um provete cilíndrico de 10 mm de diâmetro (amostra de alimento em estudo) duas vezes, num movimento recíproco, imitando a acção da mandíbula. Assim, durante o teste é realizada uma primeira compressão, seguida por um relaxamento e de uma segunda compressão (figura 18).



**Figura 18** - Representação esquemática do teste de compressão.

Deste teste obtém-se um gráfico força versus tempo (figura 19), com a análise do perfil de textura, a partir do qual se calculam os parâmetros de textura indicados nas equações 10, 11, 12 e 13 (Bourne, 2002).



**Figura 19** - Representação gráfica dos parâmetros de textura em texturómetro TA-XT2 (Adaptado de Stable MicroSystems).

$$\text{Dureza} = d = F1 \quad (10)$$

$$\text{Elasticidade} = E = \frac{\Delta T2}{\Delta T1} \quad (11)$$

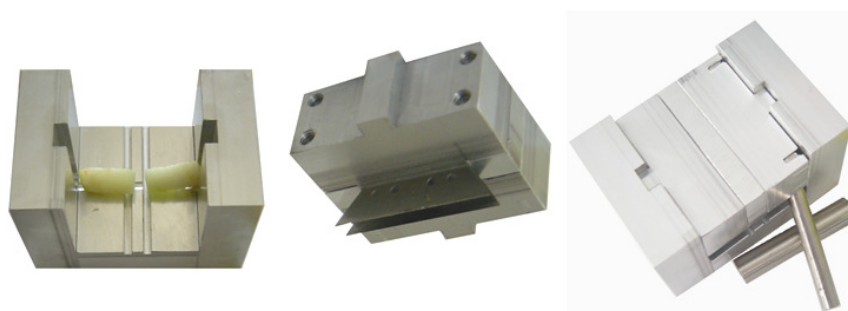
$$\text{Coesividade} = C = \frac{A2}{A1} \quad (12)$$

$$\text{Adesividade} = \text{Área 3 (A3)} \quad (13)$$



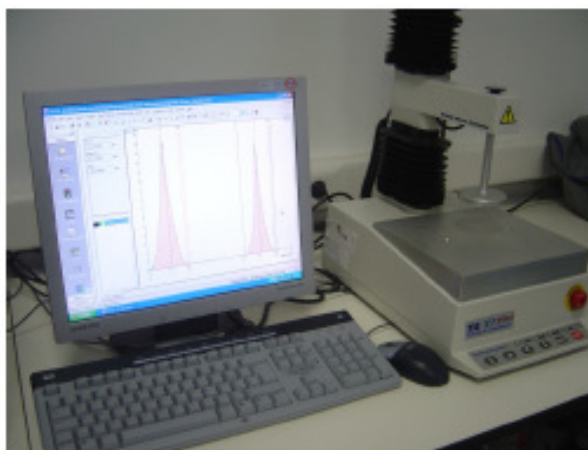
### Procedimentos:

Para a determinação dos parâmetros de textura utilizaram-se peras em fresco de cada pomar e de cada amostragem, e peras secadas em estufa solar e pelo método tradicional. De cada pêra foram retiradas duas provetes para análise, tendo-se analisado no caso da pêra fresca a polpa com e sem casca, e no caso da pêra secada a polpa externa e a polpa interna. Para tal, usando o material indicado na figura 20, obteve-se de cada pêra duas provetes (uma externa e outra interna) de diâmetro 10 mm e altura de 8 mm.



**Figura 20** - Material usado na preparação das amostras para análise - provetes.

As amostras foram posteriormente avaliadas pelo método de Análise do Perfil de Textura (TPA) utilizando um texturómetro (modelo TA.XT.PLUS) da Stable Micro Systems (figura 21).



**Figura 21** - Texturómetro utilizado para a determinação dos TPA's

Trata-se de um equipamento com interface de ligação, para aquisição on-line de dados, e controlo remoto, através do programa Textura Exponent Stable Micro Systems versão 2.0. A sonda de compressão utilizada foi um prato cilíndrico, modelo p75. O teste foi realizado no modo de medição de força em compressão, e as condições utilizadas nos testes foram:

velocidade de pré-teste 0,5 mm/s; velocidade do teste 0,5 mm/s; velocidade pós-teste 1 mm/s; modo de operação do gatilho automático; tempo de espera 5 s; força de gatilho 5 g; distância percorrida 1,2 mm;

Para a determinação dos parâmetros de textura: dureza, elasticidade e coesividade foram utilizadas equações 10, 11, e 12 respectivamente, a partir dos TPA's obtidos.

### **3.4.3. Determinação da humidade**

A humidade de um alimento corresponde à perda de peso após a desidratação do mesmo até peso constante, e está relacionada com a sua composição, estabilidade e qualidade. A sua determinação é muito importante e utilizada na análise de alimentos.

Existem muitos métodos para determinar a humidade. A escolha do método depende: da forma como a água está presente na amostra, da natureza da amostra, da quantidade relativa de água, da rapidez desejada na determinação e do equipamento disponível (Park & António, 2006). Assim, a humidade pode ser determinada recorrendo a uma balança de halogénio, que indica directamente a humidade dos produtos testados. Este método é particularmente recomendado para análises em série e controlos de fabricação, onde se pretende, essencialmente, rapidez de execução, já que é menos moroso e permite a obtenção de resultados precisos.

#### Procedimentos:

A humidade das amostras, das peras em fresco e das peras secadas (pelos diferentes métodos de secagem) foi determinada directamente numa balança de Halogénio (Mettler Toledo HG53) (figura 22), regulada para a temperatura de 120°C e velocidade de secagem 3. Para tal, cortaram-se amostras com massa variável de 2 a 3 gramas, desde a periferia até ao centro, e colocaram-se, individualmente, sobre o prato da balança para serem irradiadas por uma fonte de calor, a qual retirou a água das amostras de peras. A leitura da humidade foi feita directamente no mostrador da balança.



**Figura 22** - Balança de determinação da humidade.

Os valores de humidade são expressos em % (kg de água/100 kg de amostra) ou em base seca (Kg de água/kg de matéria seca), conforme seja mais conveniente.

#### **3.4.4. Determinação da cinza**

A cinza de um alimento corresponde ao resíduo inorgânico que fica após a combustão da matéria orgânica. A determinação da cinza é um parâmetro de avaliação importante, pois o valor obtido corresponde à fracção mineral do alimento, sendo constituída principalmente por grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn e traços de Ar, I, F e outros elementos (Park & António, 2006).

##### Procedimentos:

O método utilizado para a determinação da cinza foi o de Weende. Calcinaram-se os cadinhos de porcelana vazios na mufla, a 500 °C, durante 30 minutos e arrefeceram-se num excicador, durante 1 hora. Posteriormente, procedeu-se à pesagem de cada cadinho vazio (P1) e com 1 g da amostra (P2). Os cadinhos com amostras foram colocados numa mufla, a 500 °C até a obtenção de cinza clara, durante 4 horas. Ao fim deste tempo os cadinhos foram arrefecidos num exsicador e pesados (P3). Os valores das pesagens foram devidamente anotados para determinação da percentagem em cinza, pela equação 14.

$$\% \text{ Cinza} = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100 \quad (14)$$

### 3.4.5. Determinação da acidez

Acidez total é composta pelo conjunto dos ácidos voláteis (ácidos gordos de baixa massa molecular relativa, tais como, o ácido acético e o propiónico, excepto o ácido fórmico) e dos ácidos não voláteis (os ácidos de maior massa molecular relativa) (Anchía, 2000 citado por Guiné, 2005). Os ácidos mais comumente encontrados em frutas são o ácido cítrico e o málico, sendo que o ácido tartárico é o principal constituinte das uvas. São também encontrados outros ácidos, mas em menor quantidade, tais como, o cis-aconítico, succínico, pirúvico, citramálico, fumárico, glicérico, glicólico, glioxílico, isocítrico, láctico, oxalacético, oxálico e 2-oxoglutárico (Belitz *et al.*, 2009).

A acidez, representada pelos ácidos orgânicos presentes nos alimentos, influencia o sabor e a estabilidade dos mesmos (Aroucha, 2010). O teor ácido de um fruto é dado pela acidez titulável, que é medida num extracto do fruto, por titulação, com hidróxido de sódio (uma base forte) de todos os ácidos presentes, podendo ser útil como referência ao estágio de amadurecimento ou como uma informação objectiva do sabor do fruto (Costa, 2008). Esta acidez, determinada por titulação, engloba sempre a participação de três agentes: o titulante (base), o titulado (amostra) e o indicador (fenolftaleína). O indicador promove a mudança de cor do meio, a rosa claro, quando ocorre uma reacção ácido-base.

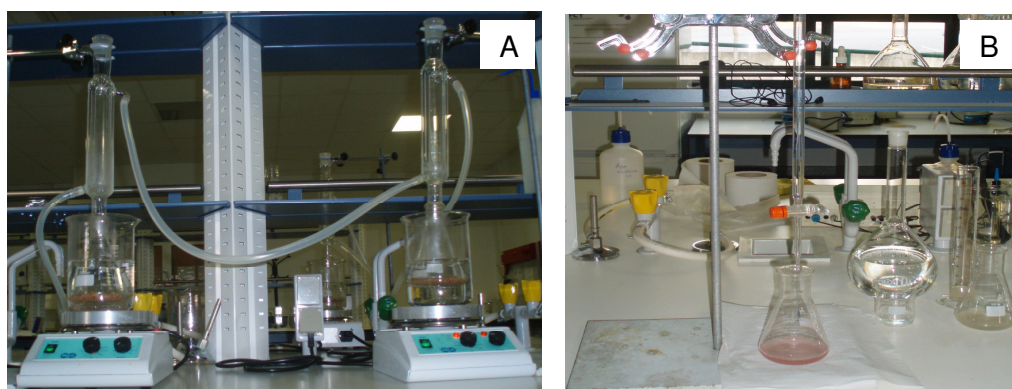
Os valores de acidez podem ser expressos em g de ácido cítrico, tartárico ou málico, segundo o tipo de ácido dominante na fruta em questão. Pode ser também expresso em ml de solução alcalina por 100 ml ou por 100 g do produto.

#### Procedimentos:

Na preparação da amostra seguiu-se a Norma Portuguesa NP-783 para “produtos desidratados e produtos contendo frutos ou produtos hortícolas inteiros ou em pedaços”. A determinação da acidez foi efectuada segundo a Norma Portuguesa NP-1421 (1977), que avalia o volume de solução alcalina normal, expresso em centímetros cúbicos (mililitros), necessário para neutralizar 100 cm<sup>3</sup> do produto, em solução líquida.

Na preparação das amostras de pêra, em fresco, pesou-se 12,5 g (m0) de pêra homogeneizada (triturada) e introduziu-se num Erlenmeyer de 200 ml, ao qual se adicionou 25 ml de água destilada (fervida e, após arrefecimento neutralizada a com solução de NaOH 0,1 N) e agitou-se. De seguida, adaptou-se o Erlenmeyer a um tubo condensador de refluxo e aqueceu-se em banho-maria durante 30 minutos (figura 23 A). Deixou-se arrefecer, depois

transferiu-se para um balão de precisão de 125 ml (V0) e perfez-se com água destilada (recentemente fervida), homogeneizou-se e filtrou-se. O líquido obtido foi vertido para uma proveta e o volume (VF) foi registado. Em virtude da massa das peras secadas ser inferior ao das peras frescas, na preparação das amostras das peras secadas utilizou-se 10 g (m0), o volume de água destilada adicionada no Erlenmeyer foi de 20 ml e o balão de precisão utilizado foi de 100 ml (V0).



**Figura 23** - Amostras em banho-maria (A) e após a viragem para coloração rosada (B).

Após a preparação das amostras procedeu-se à determinação da acidez. Para tal, mediu-se com uma pipeta, de precisão, 25 ml (V1) do líquido obtido na preparação da amostra para um Erlenmeyer de 250 ml, adicionou-se 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína, titulou-se com NaOH 0,01 N tida em bureta, até à viragem para a coloração rosada (persistente pelo menos 3 segundos) (figura 23 B) e registou-se o volume de NaOH (V2) gasto. A titulação da amostra foi repetida para validação. O valor da acidez determinou-se segundo a equação 15.

$$\text{Acidez} = 100 \times \frac{V2}{V1} \times N \times \frac{V0}{m0} \quad [\text{ml NaOH}/100 \text{ g produto}] \quad (15)$$

#### 3.4.6. Determinação dos açúcares totais

Açúcares totais englobam os açúcares disponíveis no alimento, ou seja, os monossacáridos e dissacáridos intracelulares livres, não incluindo os polissacáridos das paredes celulares. Os açúcares redutores são moléculas, cujo grupo carbonilo, pode reagir para formar um grupo hidroxilo. Actuam como agentes redutores todos os monossacáridos e alguns dissacáridos (lactose, maltose) que contêm um grupo aldeído (aldoses) ou cetona livre (cetose). Os açúcares não redutores são constituídos essencialmente por sacarose (Alexander, 1998).

A indicação da quantidade de açúcares existentes num fruto pode ser determinada pelo teor em sólidos solúveis, embora façam parte deste teor, outros compostos (vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas) em reduzidas proporções (Costa, 2008).

Os sólidos solúveis são compostos solúveis em água e são importantes na determinação da qualidade do fruto. Estes compostos, numa amostra, podem ser obtidos de uma forma simples e rápida, com bom grau de precisão, através do método refractómetro e expressos em °Brix (igual a % mássica de sacarose) (Costa, 2008).

Este método estabeleceu para a determinar a concentração de sólidos solúveis, numa amostra, que o índice de refração da água, a 20°C, é 1,3330 e que a presença de sólidos solúveis na água vai alterar estes índices. Assim, conhecendo-se o índice de refração da solução aquosa, é possível determinar a quantidade de soluto presente na mesma. Esta propriedade é utilizada para determinar a concentração de sólidos solúveis de soluções de açúcar (Park & António, 2006).

Em sumos de frutas, mel e outros produtos, o açúcar é o principal componente da percentagem dos sólidos solúveis, podendo ser considerado como uma boa aproximação da percentagem de sólidos solúveis totais, sendo amplamente utilizada nos cálculos onde este valor é aplicado (Park & António, 2006).

#### Procedimentos:

A preparação da amostra para a determinação do teor, em sólidos solúveis totais, realizou-se segundo a NP-783 (ver determinação da acidez). A partir do líquido obtido na preparação amostra determinou-se o teor de sólidos solúveis, recorrendo a um refractómetro bancada (ATAGO – 3T). Para tal, transferiu-se uma gota, desse líquido, para o prisma do refractómetro de mesa e fez-se a leitura na escala do aparelho. Antes de cada determinação o refractómetro foi calibrado com água destilada. Os valores obtidos foram expressos em °Brix e a conversão para a concentração em açúcares totais foi executada segundo a equação 16, em que VF representa o volume de diluição e m0 a massa da amostra (calculados na determinação da acidez).

$$\text{Açúcares totais} = \frac{^{\circ}\text{Brix} \times \frac{\text{VF (ml)}}{100}}{m_0 \text{ (g)}} \times 100 \quad \text{em} \quad \frac{\text{g de sacarose}}{100 \text{ g de amostra}} \quad (16)$$

### 3.4.7. Determinação da fibra bruta

A fibra bruta representa a porção dos açúcares totais resistente ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos, não fornecendo por isso nutrientes para o organismo, já que a maior parte dos animais, incluindo o Homem, não as conseguem digerir. Entretanto, elas são elementos essenciais na dieta, o que é um paradoxo porque não alimentam, mas são essenciais à saúde (Park & António, 2006).

A fibra bruta pode ser determinada pelo resíduo orgânico obtido após dissolução da amostra, sucessivamente em solução ácida, básica e com acetona.

#### Procedimentos:

O método utilizado para a determinação da fibra Bruta foi o de Weende. Colocaram-se na estufa os cadinhos filtrantes (porosidade 2) durante de duas horas. De seguida, retiraram-se e colocaram-se no excicador para arrefecerem. Transferiu-se para cada cadinho filtrante, aproximadamente 1 g de amostra (W0). Introduziram-se os cadinhos com as respectivas amostras no dosi-fiber, e procedeu-se à realização da hidrólise ácida a quente (figura 24 A). Par tal, confirmou-se que as válvulas estavam na posição OFF, e ligou-se a torneira do circuito de refrigeração, de seguida adicionou-se 150 ml de  $H_2SO_4$  a 1,25%, previamente aquecido (não em ebulição), medidos com proveta, em cada coluna do dosi-fiber, e rodou-se o botão das resistências, de aquecimento, para a posição 90%. Esperou-se até o reagente iniciar a ebulição para se reduzir o aquecimento para 40%. Deixou-se em ebulição 30 minutos. Após ter terminado o tempo estabelecido, desligou-se o aquecimento e rodou-se lentamente as válvulas para a posição “aspirar”. Depois de retirado o ácido, lavou-se o resíduo da amostra, com 150 ml água destilada, previamente aquecida, repetiu-se a lavagem mais duas vezes. Fechou-se a torneira de vácuo e as válvulas de aspiração. Posteriormente, realizou-se a hidrólise básica a quente, tendo-se repetido os passos descritos anteriormente, para a hidrólise ácida a quente, mas o ácido foi substituído por NaOH a 1,25%.

Após as hidrólises, retiraram-se os cadinhos filtrantes, do dosi-fiber, e cada cadinho foi colocado num kitazato ligado a uma bomba de vácuo. Em seguida, as amostras foram lavadas com cerca de 5 ml, de acetona, por três vezes. Depois colocaram-se os cadinhos na estufa, a 104 °C, durante a noite, até que foram retirados, arrefecidos num excicador e pesados (W1). Finalmente, os cadinhos com os resíduos das amostras foram calcinados na mufla, a 500 °C (figura 24 B), durante 3 horas, arrefecidos e pesados (W2).

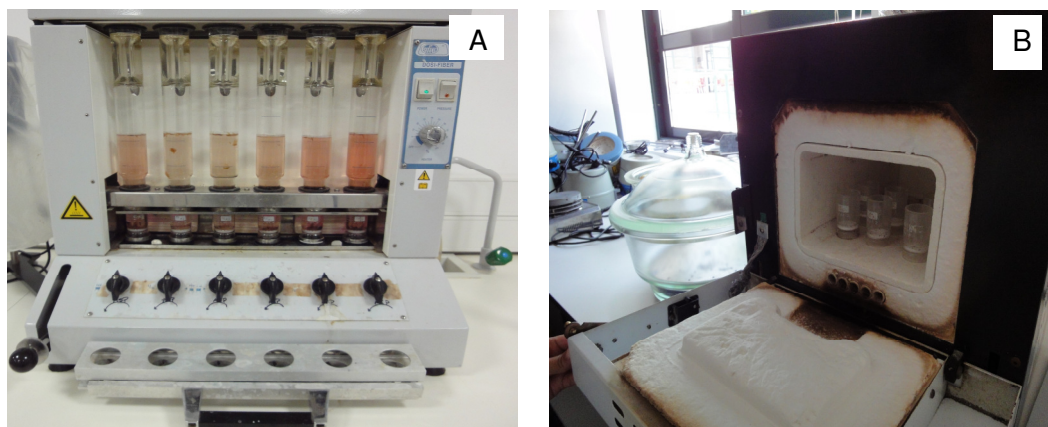


Figura 24 - Cadinhos no dosi-fiber durante a hidrólise ácida (A) e na mufla (B).

O cálculo do conteúdo em fibra bruta da amostra foi feito pela equação 17.

$$\% \text{Fibra bruta} = \frac{(W1 - W2)}{W0} \times 100 \quad (17)$$

### 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística dos resultados utilizou-se o software “STATSOFT STATISTICA 7.0” para Windows. A análise de variância simples (ANOVA) foi calculada pelo teste de comparação de médias “ANOVA Post Hoc comparisons schceffé” para um intervalo de confiança de 95%.



#### 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Apesar de este trabalho ter recaído, principalmente, na realização de análises físico-químicas às peras em fresco (das quatro amostragens), e às peras secadas segundo, o método tradicional pelos produtores e em estufa solar, na ESAV, na apresentação e discussão dos resultados, inclui-se também a duração total da secagem pelos dois métodos e o a taxa diária de secagem.

Os resultados referentes às peras, aquando da colheita, correspondem às peras colhidas na amostragem 3.

##### 4.1. DURAÇÃO DA SECAGEM

A secagem tradicional, segundo os dados fornecidos pelos produtores, teve uma duração, aproximadamente, de 9 dias para as peras dos pomares LB1, LB2, LB3 e VG, e de 10 dias para as peras dos pomares SG e VT. Estas diferenças poderão ser devido às condições de processamento (temperatura, humidade e velocidade do ar), já que as peras foram secadas, em diferentes localidades e superfícies de secagem. Assim, o produtor LB secou as peras em tabuleiros de rede (figura 25 A), o produtor SG sob a caruma (figura 25 B), o produtor VT secou as peras em tabuleiros de plástico (figura 26 A) e o produtor VT secou em eira de granito (figura 26 B).



**Figura 25** - Peras em secagem sob tabuleiros de rede (A), caruma (B)



**Figura 26** – Peras em secagem sob eira de granito (A) tabuleiros de plástico (B).

A secagem das peras em estufa solar efectuou-se até humidades próximas dos 20 %, uma vez que, segundo Guiné *et al.*, (2005) a secagem deve ser efectuada até estes teores de humidade. Assim, a duração total da secagem, em estufa solar, foi de 5 dias, aproximadamente, para as peras dos pomares LB2 e VG, de 6 dias para as peras dos pomares LB1, BL3 e SG, e de 8 dias para as do pomar VT. O maior tempo de secagem, das peras, do pomar VT poderá estar relacionado com as temperaturas de secagem que foram inferiores, pois o tempo esteve enublado (no 2º e 3º dia de secagem), tendo mesmo chovido no 3º dia (23 de Agosto).

Comparando a duração da secagem, pelos dois métodos, verificou-se que a secagem tradicional, das peras, demorou mais tempo do que a secagem em estufa solar. Assim, as peras do pomar VT levaram mais dois dias a secar, as peras dos pomares LB1 e LB3 mais três dias, e as peras dos pomares LB2, VG e SG mais quatro dias. A justificação reside provavelmente, no facto, de as temperaturas a que ficaram sujeitas as peras durante a secagem, ao ar livre, serem inferiores às observadas no interior da estufa solar. De facto, as temperaturas máximas de Agosto, em 2010, na região de produção, segundo o Instituto de Meteorologia de Portugal, atingiram cerca de 33 °C, enquanto na estufa solar as temperaturas registadas foram mais elevadas, chegando a ultrapassar os 60 °C em alguns dias (anexo 1).

#### **4.1.1. Taxa diária de secagem**

A tabela 8 apresenta a taxa diária de secagem, das peras, dos pomares LB1, SG, VT, secadas tradicionalmente e em estufa solar. Observa-se que as taxas diárias de secagem são, de uma forma geral, maiores para as peras secadas na estufa solar do que para as peras secadas tradicionalmente. Este resultado era expectável, visto que, na estufa solar as

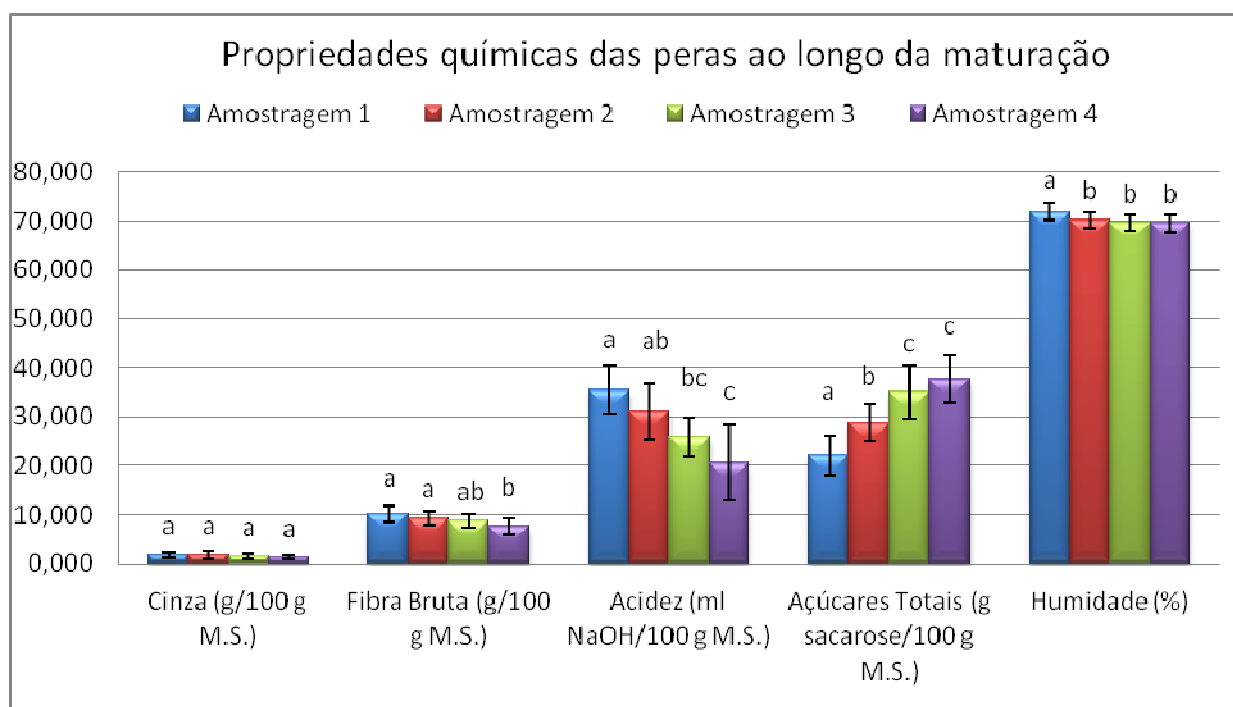
peras estão mais protegidas dos condicionalismos climáticos, e por isso, secaram mais rapidamente.

**Tabela 8** - Taxa diária de secagem.

	Taxa diária de secagem	
Pomar	Produtor	ESAV
LB1	8,3	12,0
SG	8,2	12,0
VT	9,1	9,1

## 4.2. RESULTADOS DAS ANÁLISES AO LONGO DA MATURAÇÃO

A figura 27 apresenta os valores médios das propriedades químicas das peras, em fresco, de todos os pomares, ao longo da maturação. Verifica-se à excepção da cinza, que mantém os valores médios ao longo das 4 amostragens, e dos açúcares totais que aumentam, da amostragem 1 para a 4, uma tendência para a diminuição das outras propriedades, incluindo uma redução acentuada da acidez.



**Figura 27** - Propriedades químicas médias das peras, em fresco, nas 4 amostragens.

\* Na mesma propriedade química, as mesmas letras, significa que os teores médios dessa propriedade, não diferem entre amostragens pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

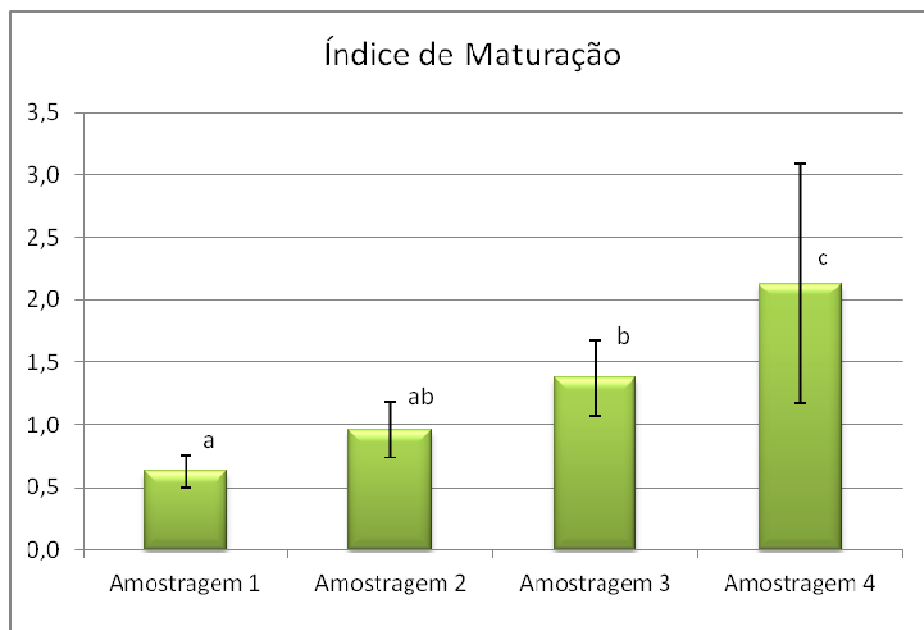
Os teores médios de fibra bruta diferem, significativamente ( $P \leq 0,05$ ), quando se compara a amostragem 1 e 2 com a 4, sendo mais baixos na amostragem 4 (7,564 g/100 g M.S.) do que na amostragem 1 (10,209 g/100 g M.S.) e 2 (9,365 g/100 g M.S.). Nota-se assim, uma ligeira redução de fibra ao longo da maturação, na árvore, o que poderá estar relacionado com o aumento de açúcares totais, sendo a fibra, uma das fontes dos açúcares por degradação enzimática.

Os valores médios de acidez diminuíram gradativamente, com a maturação das peras, na árvore, tendo-se registado 35,5 e 20,7 (ml NaOH/100 g M.S.) de acidez na amostragem 1 e na amostragem 4, respectivamente. Este comportamento foi idêntico ao obtido por Gonçalves *et al.*, 2010, que para estudarem as melhores características das peras de S. Bartolomeu, para secagem, colheram-nas em três estados distintos de maturação (27 de Julho, 10 e 20 de Agosto 2007) e verificaram uma ligeira diminuição da acidez ao longo desta. Esta diminuição da acidez das peras verificada, ao longo da maturação, deve-se à utilização dos ácidos orgânicos em reacções respiratórias ou à sua metabolização em açúcares.

Relativamente aos açúcares totais, os valores médios aumentaram ao longo da maturação, com significância ( $P \leq 0,05$ ), desde a amostragem 1 até à amostragem 3. Assim, os teores mais baixos, em açúcares totais (22 g sacarose/100 g M.S.), foram observados na amostragem 1 e os mais elevados na 4 (38 g sacarose/100 g M.S.). Este é um resultado esperado, já que, como referido, a fibra bruta e os ácidos orgânicos podem ser convertidos em açúcares totais, contribuindo para o acréscimo destes ao longo da maturação. O amido acumulado na pêra, durante o crescimento do fruto, também contribui para este aumento, uma vez que, é metabolizado em açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose), a partir de um certo grau de maturação, através das reacções de degradação enzimática (Kingston, 1992).

Os teores médios de humidade foram, significativamente ( $P \leq 0,05$ ), mais altos na amostragem 1 em relação às outras. Entre estas 3 últimas amostragens não se observam diferenças significativas. É um resultado expectável já que foi um ano em que não choveu durante este período.

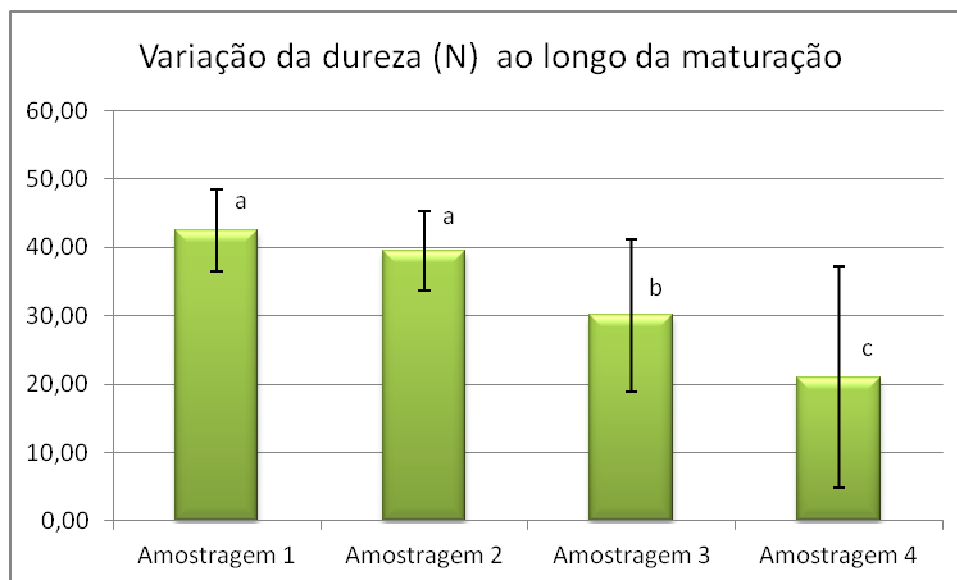
De facto, o aumento do teor em açúcares totais e a diminuição da acidez são reflectidos na variação do índice de maturação (IM) equação 2 (página 19), o qual regista o valor médio mais baixo na amostragem 1 (0,6) e o valor mais alto na amostragem 4 (2,1), como se pode ver na figura 28.



**Figura 28** - Índice de maturação das peras nas 4 amostragens.

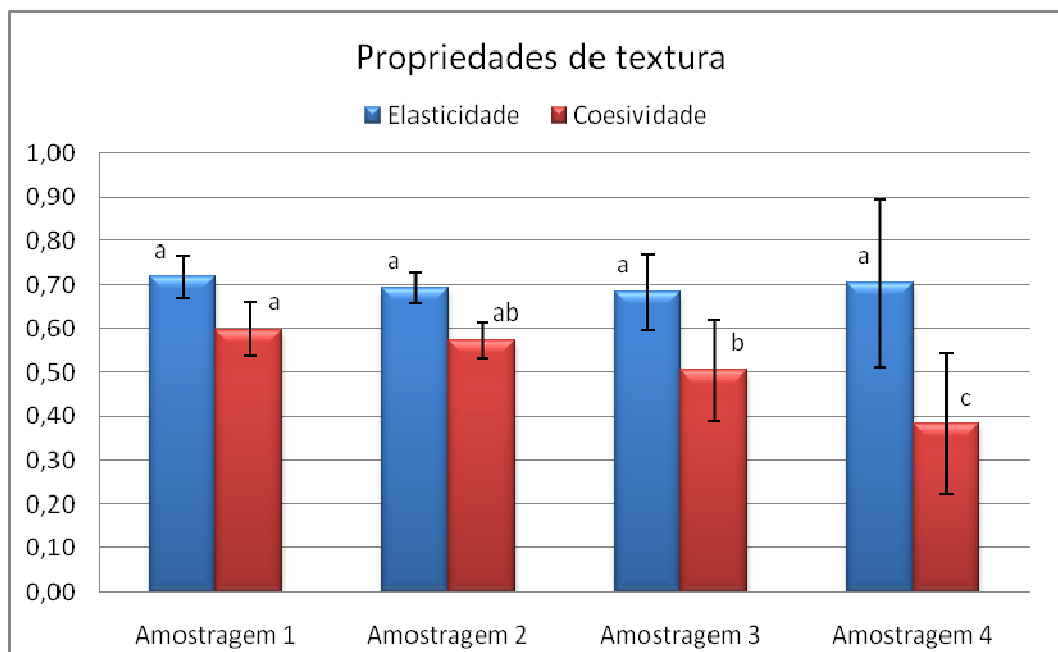
\* As mesmas letras significam que o valor médio do IM, não difere entre amostragens, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

As figuras 29 e 30 mostram as alterações, das propriedades de textura, registadas nas 4 amostragens. Com o aumento da maturação verifica-se que os valores médios da dureza e da coesividade diminuem. Contudo, os valores de elasticidade não apresentam diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) ao longo da maturação.



**Figura 29** - Dureza das peras nas 4 amostragens.

\* A mesma letra significa que o valor médio de dureza, não difere entre amostragens, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).



**Figura 30** - Elasticidade e coesividade das peras nas 4 amostragens.

\* Para cada propriedade de textura, as mesmas letras, significa que os valores médios dessa propriedade, não diferem entre amostragens pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

A diminuição da dureza é mais acentuada a partir da amostragem 2, no entanto, a diminuição da coesividade, ao longo da maturação das peras, dá-se de uma forma mais gradual, não se verificando diferenças, significativas, da amostragem 1 para a amostragem 2, e desta para a amostragem 3. De qualquer forma, a dureza e a coesividade seguem a mesma tendência ao longo da maturação, ou seja, diminuem devido à degradação enzimática dos polímeros de hidratos de carbono, nomeadamente, das substâncias pécicas e hemiceluloses, que enfraquece as paredes celulares e as forças de coesão que mantêm as células unidas (Santos, 2009). Assim, o aumento da actividade das enzimas, que provocam a hidrólise do amido e dos outros polissacarídeos afecta a textura das peras.

#### 4.3. RESULTADOS DAS ANÁLISES NA COLHEITA

A tabela 9 apresenta os resultados das análises químicas efectuadas às peras, em fresco, aquando da colheita, por pomar. Comparando, estes pomares notam-se algumas diferenças, nos valores médios das propriedades químicas analisadas, principalmente, nos açúcares totais.



**Tabela 9** - Propriedades químicas das peras em fresco, na colheita, por pomar.

Pomar	Cinza (g/100 g M.S.)	Fibra Bruta (g/100 g M.S.)	Acidez (ml NaOH/100 g M.S.)	Açúcares Totais (g sacarose/100 g M.S.)	Humidade (%)
LB1	2,063 ( $\pm$ 0,906) a	8,535 ( $\pm$ 2,082) a	26,5 ( $\pm$ 4,5) a	36 ( $\pm$ 4) ab	69,6 ( $\pm$ 1,3) a
LB2	1,422 ( $\pm$ 0,605) a	10,184 ( $\pm$ 0,73) a	25,7 ( $\pm$ 1,9) a	30 ( $\pm$ 3) b	68,2 ( $\pm$ 1,4) a
LB3	1,133 ( $\pm$ 0,295) a	8,149 ( $\pm$ 2,419) a	25,5 ( $\pm$ 2,6) a	36 ( $\pm$ 5) ab	70,2 ( $\pm$ 0,9) a
SG	0,735 ( $\pm$ 0,086) a	8,904 ( $\pm$ 1,316) a	20,2 ( $\pm$ 3,0) a	36 ( $\pm$ 2) ab	68,1 ( $\pm$ 1,2) a
VG	1,717 ( $\pm$ 0,685) a	8,869 ( $\pm$ 1,344) a	28,5 ( $\pm$ 0,7) a	29 ( $\pm$ 3) b	69,8 ( $\pm$ 1,4) a
VT	1,817 ( $\pm$ 0,286) a	7,959 ( $\pm$ 1,024) a	29,2 ( $\pm$ 4,3) a	42 ( $\pm$ 2) a	71,4 ( $\pm$ 1,6) a

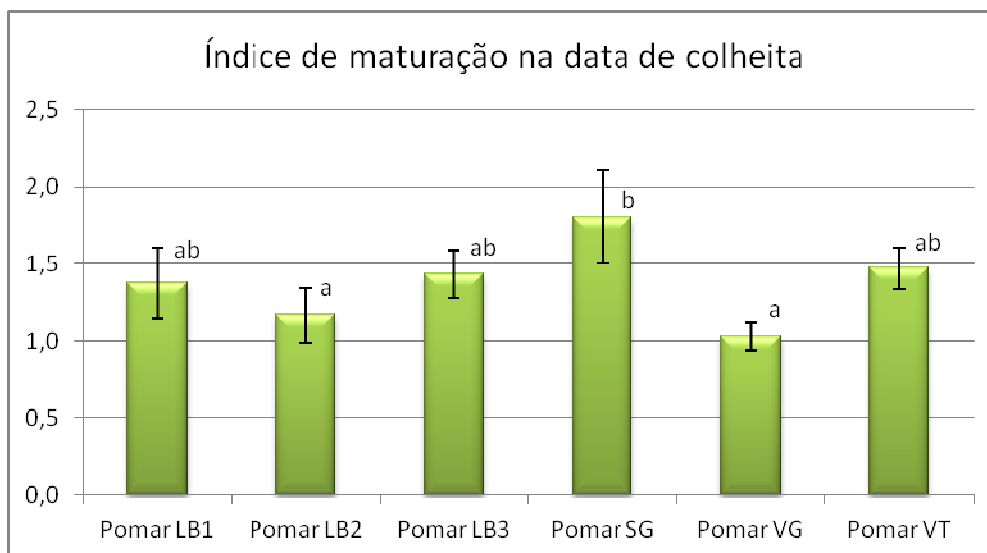
\* As médias ( $\pm$  o desvio padrão) da mesma coluna, seguidas das mesmas letras, significa que não diferem entre si pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

De facto, os teores médios em açúcares totais, das peras do pomar VT foram, significativamente, mais elevados do que os das peras dos pomares LB2 e VG. O que poderá estar relacionado com a data de colheita, mais tardia, das peras do pomar VT.

Em relação às outras propriedades químicas analisadas verificou-se apenas ligeiras divergências, que não se revelaram significativas, apesar de, por exemplo, o valor médio de acidez observado nas peras do pomar SG ser de 20,2 (ml NaOH/100 g M.S.) e nas peras do pomar VT de 29,2 (ml NaOH/100 g M.S.).

Estas discrepâncias, poderão estar relacionadas com, o facto, de os pomares se situarem em diferentes localidades com, presumíveis, variações das condições edafoclimáticas, ainda que ligeiras, e também com o facto de os produtores terem colhido as peras, em diferentes datas. As peras dos pomares LB1, LB2, LB3 e VG foram colhidas no dia 11, as do pomar VT no dia 19 e as do pomar de SG no dia 23 de Agosto. Assim, a localização dos pomares e a data de colheita das peras condicionam os teores médios em açúcares totais e em acidez, e consequentemente o estado de maturação das peras.

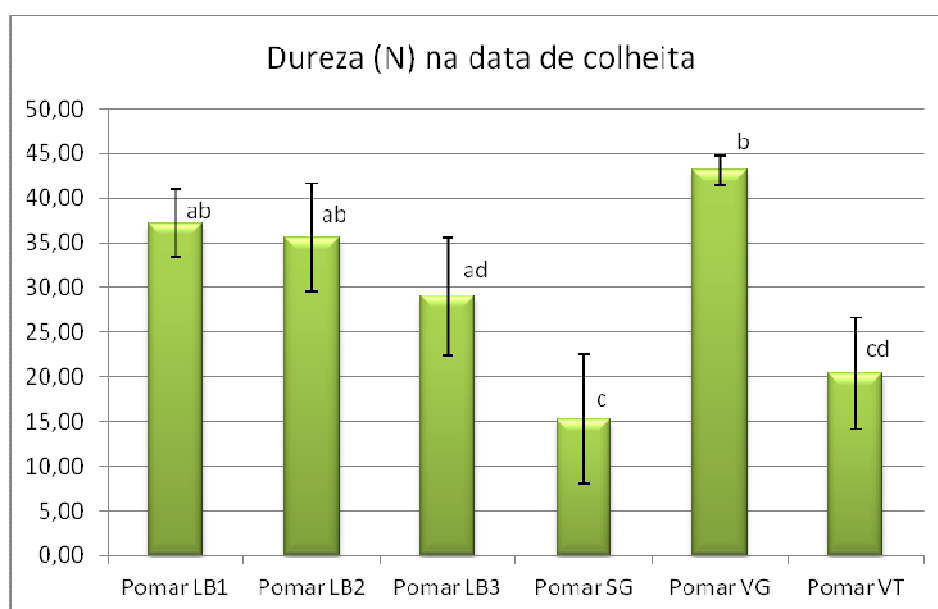
A figura 31 apresenta o índice de maturação das peras, por pomares, aquando da colheita. Verifica-se que o índice de maturação foi, significativamente ( $P \leq 0,05$ ), mais elevado nas peras do pomar SG (1,4) do que nas dos pomares VG (1,0) e LB2 (1,2). Nota-se assim, algumas diferenças na maturação das peras por pomares, que eram expectáveis, face aos resultados obtidos na determinação dos açúcares totais e da acidez das peras.



**Figura 31** - Índice de maturação das peras em fresco, na colheita, por pomar.

\* As mesmas letras significam, que o valor médio do IM não difere, entre pomares, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

As figuras 32 e 33 mostram que o estado de maturação também se faz sentir nas propriedades de textura, das peras, no momento de colheita, nomeadamente, na dureza e na coesividade. A dureza e a coesividade diminuem quando as peras se encontram num estado de maturação mais avançado, o que provavelmente está relacionado com a diminuição da quantidade de hidratos de carbono estruturais.

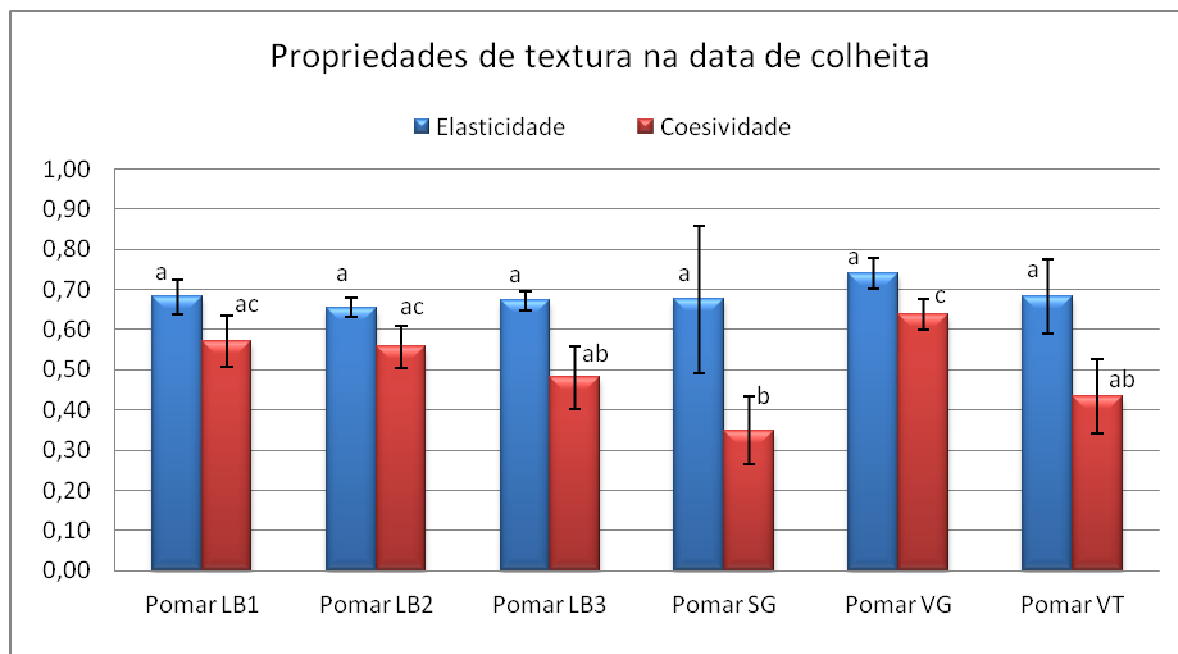


**Figura 32** – Dureza das peras em fresco, na colheita, por pomar.

\* As mesmas letras significam, que o valor médio da dureza não difere, entre pomares, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).



Assim, as peras provenientes do pomar SG apresentaram-se menos duras (15,26 N) do que as peras dos pomares LB1, LB2, LB3 e VG, enquanto as peras do pomar VG eram mais duras (43,10 N) do que as do pomar LB3, SG e VT.



**Figura 33** – Elasticidade e coesividade das peras em fresco, na colheita, por pomar.

\* Para cada propriedade de textura, as mesmas letras, significa que o valor médio dessa propriedade não difere, entre pomares, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

O comportamento da coesividade foi idêntico ao da dureza, assim as peras do pomar SG apresentaram-se menos coesas (0,35) em relação às dos pomares LB1, LB2, LB3 e VG. Já as peras do pomar VG foram mais coesas (0,63) do que as do pomar LB3, SG e VT. Os valores médios de elasticidade das peras dos distintos pomares foram idênticos.

#### 4.4. CARACTERÍSTICAS DAS PERAS SECADAS NA ESTUFA SOLAR

A tabela 10 apresenta os teores médios das propriedades químicas das peras, por pomar, depois de secadas, em estufa solar, na ESAV. De uma maneira geral, pode-se dizer que a tendência verificada para as peras em fresco se manteve após secagem. Assim, os teores em cinza, fibra bruta e humidade não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), entre as peras secadas, dos distintos pomares, no entanto, quando se compara os teores médios, em acidez e açúcares totais, observam-se algumas diferenças pomares.

**Tabela 10** - Propriedades químicas das peras secadas na estufa solar.

Pomar	Cinza (g/100 g M.S.)	Fibra Bruta (g/100 g M.S.)	Acidez (ml NaOH/100 g M.S.)	Açúcares totais (g sacarose/100 g M.S.)	Humidade (%)
<b>LB1</b>	2,085 (± 0,439) a	6,826 (± 1,046) a	23,9 (± 1,7) ab	48 (± 1) ab	18,4 (± 0,8) a
<b>LB2</b>	1,880 (± 0,016) a	6,488 (± 0,838) a	25,3 (± 0,3) ab	47 (± 1) ab	18,7 (± 0,9) a
<b>LB3</b>	2,005 (± 0,510) a	5,751 (± 0,230) a	22,9 (± 1,4) ab	50 (± 1) a	17,3 (± 0,7) a
<b>SG</b>	1,351 (± 0,229) a	5,496 (± 0,275) a	19,9 (± 4,6) a	53 (± 0) a	18,5 (± 1,1) a
<b>VG</b>	2,387 (± 0,864) a	6,707 (± 0,522) a	28,7 (± 2,0) b	42 (± 2) b	19,7 (± 1,1) a
<b>VT</b>	1,981 (± 0,469) a	6,396 (± 0,939) a	20,0 (± 2,7) a	52 (± 4) a	20,1 (± 1,4) a

\* As médias (± o desvio padrão) da mesma coluna, seguidas das mesmas letras, significa que não diferem entre si pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

De facto, as peras provenientes do pomar de VG, depois de secadas, apresentaram valores de acidez mais elevados do que nas peras secadas dos pomares SG e VT. Este resultado não era expectável, relativamente ao pomar VT, uma vez que, os valores de acidez das peras em fresco dos pomares VG e VT foram idênticos. No entanto, é possível que parte dos ácidos orgânicos presentes nas peras do pomar VT se convertesse em açúcares.

O teor médio em açúcares totais foi menor nas peras secadas, do pomar VG, em relação às peras do pomares LB3, SG e VT, sendo que os teores mais baixos em açúcares totais foram registados no pomar VG, seguindo-se o pomar LB2 e o LB1. Este resultado segue a tendência observada nas peras em fresco. Assim, as peras secadas que apresentam maiores teores em açúcares são aquelas que em fresco também apresentavam, o que era expectável, já que as peras, em avançado estado de maturação, originam peras secadas mais doces.

De uma forma geral, considerando que as condições de secagem das peras em estufa solar, dos diferentes pomares, foram semelhantes, as diferenças encontradas nas propriedades químicas, só poderão estar relacionadas com a própria composição química das peras, em fresco, no momento da colheita.

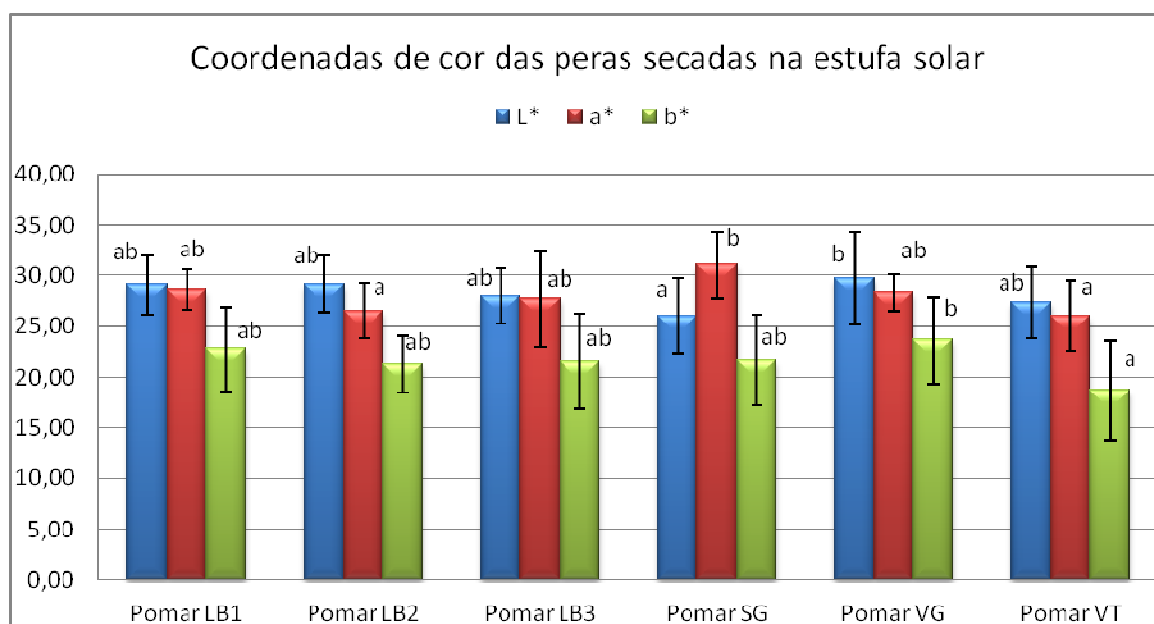
A Tabela 11 apresenta os resultados de dureza, da elasticidade e da coesividade das peras secadas na estufa solar. Não se verificam diferenças, significativas, entre as peras secadas dos distintos pomares, em relação a estas propriedades, contrariamente, ao que foi observado nas peras, em fresco, e ao que seria de esperar tendo em conta que, o estado de maturação na colheita influencia, segundo Fragata (1994), a dureza das peras secadas. Este autor, refere que a pêra verde dá origem a uma pêra passa avermelhada e mais agradável à vista, apesar de ser mais rija, enquanto, a pêra colhida muito madura origina uma pêra passa mais escura e tenra. No entanto, este resultado poderá estar relacionado com a uniformização da textura por acção das enzimas durante o processo de secagem.

**Tabela 11** – Propriedades de textura das peras secadas na estufa solar.

<b>Pomar</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Elasticidade</b>	<b>Coesividade</b>
<b>LB1</b>	5,03 ( $\pm 2,47$ ) a	0,74 ( $\pm 0,07$ ) a	0,78 ( $\pm 0,03$ ) a
<b>LB2</b>	3,21 ( $\pm 1,54$ ) a	0,73 ( $\pm 0,08$ ) a	0,74 ( $\pm 0,03$ ) a
<b>LB3</b>	5,09 ( $\pm 1,27$ ) a	0,77 ( $\pm 0,06$ ) a	0,76 ( $\pm 0,02$ ) a
<b>SG</b>	2,90 ( $\pm 1,11$ ) a	0,75 ( $\pm 0,08$ ) a	0,75 ( $\pm 0,03$ ) a
<b>VG</b>	3,18 ( $\pm 1,27$ ) a	0,74 ( $\pm 0,08$ ) a	0,76 ( $\pm 0,05$ ) a
<b>VT</b>	3,04 ( $\pm 1,86$ ) a	0,72 ( $\pm 0,07$ ) a	0,74 ( $\pm 0,03$ ) a

\* As médias ( $\pm$  o desvio padrão) da mesma coluna, seguida da mesma letra, significa que não diferem entre si pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

Na figura 34 vê-se as coordenadas de cor relativas às peras secadas, na estufa solar, por pomar.



**Figura 34** - Coordenadas de cor das peras secadas na estufa solar.

\* Para cada coordenada de cor, as mesmas letras, significa que os valores médios dessa a coordenada, não diferem entre pomares pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

A luminosidade ( $L^*$ ) das peras secadas, foi relativamente baixa, revelando que as peras secadas, na estufa solar, apresentam cor escura, já que o valor de  $L^*$  pode ir até 100, e o máximo observado foi de 29,730 nas peras secadas do pomar VG. Este escurecimento deve-se à ocorrência de determinadas reacções de escurecimento enzimático ou não, já que, segundo Cunha *et al.*, (2010), é possível afirmar que a secagem da pêra de S. Bartolomeu desenvolve a ocorrência de reacções de Maillard e que estas reacções contribuem para a coloração característica do produto juntamente com as modificações ao nível dos compostos fenólicos e outras reacções de que possam ocorrer. No entanto, verifica-se que algumas peras secadas são mais escuras do que outras. Assim as peras do pomar SG (26,04) são mais escuras do que as peras do pomar VG (29,730). Este resultado poderá ser, por um lado, devido aos elevados teores em açúcares e aos baixos teores em acidez que as peras, em fresco, do pomar SG apresentaram, e que possivelmente favoreceram a ocorrência das reacções de Maillard, durante a secagem, levando a um maior escurecimento destas peras secadas.

A coordenada de cromaticidade  $a^*$ , apresentou valores positivos, em todas as peras secadas, significando que estas possuem tons avermelhados. Estes tons revelaram-se mais intensos, nas peras secadas do pomar SG (31,070), do que nas peras dos pomares VT (26,013) e LB2 (26,59). No caso, do pomar VT, este resultado poderá ser devido ao facto das peras terem sido secadas temperaturas mais baixas, além de que estas peras, em fresco,

apresentavam maiores teores de acidez, o que poderá ter dificultado a ocorrência das reacções de Maillard, pois estas dão-se, preferencialmente, em meio alcalino e a temperaturas elevadas. No caso do pomar LB2 provavelmente está relacionado com os teores baixos em açúcar.

Em relação à coordenada de cromaticidade  $b^*$ , como os valores foram positivos, significa que as peras secadas, na estufa solar, possuem tons amarelados. Estes tons apresentaram maior intensidade nas peras do pomar VG (23,593) do que nas peras secadas do pomar VT (18,643), o que poderá estar relacionado com a menor ocorrência das reacções, de acastanhamento não enzimático no pomar VT.

#### 4.5. CARACTERÍSTICAS DAS PERAS SECADAS TRADICIONALMENTE

A tabela 12 apresenta os valores médios das propriedades químicas das peras secadas tradicionalmente, por pomares. A tendência verificada para as peras secadas, em estufa solar, manteve-se após secagem pelo método tradicional. Assim, os teores médios em cinza, fibra bruta e humidade não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ), entre as peras secadas, dos distintos pomares, no entanto, quando se compara os teores em acidez e açúcares totais, observam-se algumas diferenças, significativas entre pomares.

**Tabela 12** - Propriedades químicas das peras secadas tradicionalmente, por pomar.

Pomar	Cinzas (g/100 g M.S.)	Fibra Bruta (g/100 g M.S.)	Acidez (ml NaOH/100 g M.S.)	Açúcares Totais (g sacarose/100 g M.S.)	Humidade (%)
<b>LB1</b>	1,629 ( $\pm 0,161$ ) a	6,275 ( $\pm 1,293$ ) a	25,3 ( $\pm 2,8$ ) ab	46 ( $\pm 5$ ) ab	12,5 ( $\pm 1,4$ ) a
<b>SG</b>	1,291 ( $\pm 0,189$ ) a	5,836 ( $\pm 0,555$ ) a	17,7 ( $\pm 2,7$ ) a	52 ( $\pm 4$ ) a	12,8 ( $\pm 0,6$ ) ab
<b>VG</b>	2,437 ( $\pm 0,964$ ) a	5,804 ( $\pm 0,346$ ) a	29,1 ( $\pm 3,5$ ) b	41 ( $\pm 1$ ) b	15,3 ( $\pm 0,7$ ) b
<b>VT</b>	1,820 ( $\pm 0,169$ ) a	6,514 ( $\pm 1,268$ ) a	22,4 ( $\pm 1,6$ ) ab	53 ( $\pm 1$ ) a	11,8 ( $\pm 0,8$ ) a

\* As médias ( $\pm$  o desvio padrão) da mesma coluna, seguidas das mesmas letras, significa que não diferem entre si pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

De facto, as peras secadas tradicionalmente, do pomar de VG, apresentam valores médios de acidez mais altos do que, as peras do pomar SG. No entanto, apresentaram

menores teores em açúcares totais em relação às peras dos pomares SG e VT. Estes resultados foram semelhantes aos obtido na secagem, em estufa solar.

A Tabela 13 apresenta os resultados de dureza, da elasticidade e da coesividade das peras secadas tradicionalmente, por pomares. Pela observação dos resultados, e à semelhança do que se observou na secagem em estufa solar, não se verificaram diferenças, significativas, entre as peras secadas dos distintos pomares.

**Tabela 13** - Propriedades de textura das peras secadas tradicionalmente, por pomar.

Pomar	Dureza (N)	Elasticidade	Coesividade
<b>LB1</b>	5,06 ( $\pm 2,49$ ) a	0,74 ( $\pm 0,06$ ) a	0,77 ( $\pm 0,03$ ) a
<b>SG</b>	5,12 ( $\pm 2,47$ ) a	0,73 ( $\pm 0,07$ ) a	0,75 ( $\pm 0,03$ ) a
<b>VG</b>	4,56 ( $\pm 3,71$ ) a	0,81 ( $\pm 0,07$ ) a	0,82 ( $\pm 0,13$ ) a
<b>VT</b>	4,82 ( $\pm 1,47$ ) a	0,68 ( $\pm 0,10$ ) a	0,74 ( $\pm 0,04$ ) a

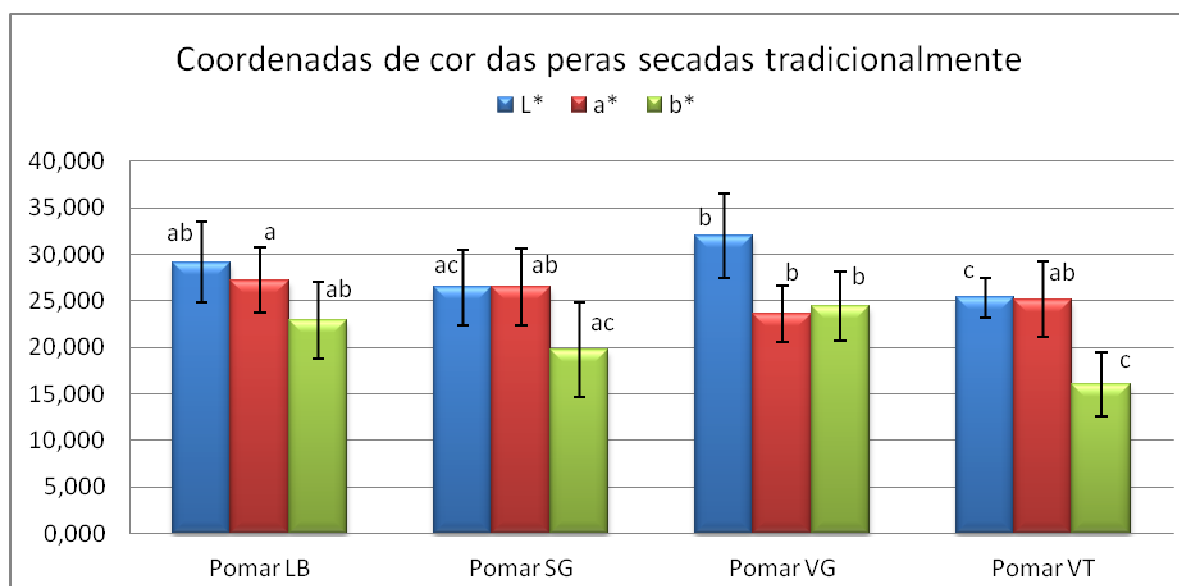
\* As médias ( $\pm$  o desvio padrão) da mesma coluna, seguida da mesma letra, significa que não diferem entre si pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

A figura 35 mostra as coordenadas de cor relativas às peras secadas tradicionalmente, por pomares. A luminosidade ( $L^*$ ) é relativamente baixa em todos pomares, revelando que as peras secadas tradicionalmente apresentam cor escura, existindo no entanto diferenças entre os pomares. Assim, as peras dos pomares VT (25,35) e SG (26,45), apresentaram-se mais escuras do que as peras do pomar LB1 (29,14) e VG (32,03), provavelmente, devido às peras, em fresco, dos primeiros pomares apresentarem maiores teores em açúcares, que poderiam ter favorecido as reacções de Maillard, durante a secagem, levando a um maior escurecimento destas. Podem também ter contribuído para estas diferenças, as próprias condições de processamento, da pêra secada, pelos diferentes produtores, principalmente, a insolação e as temperaturas atingidas durante a secagem, que quanto mais elevadas forem, maior será o escurecimento.

A coordenada de cromaticidade  $a^*$ , apresentou valores positivos, em todas as peras secadas tradicionalmente, significando que estas possuem tons avermelhados. Estes tons revelaram-se mais intensos, nas peras do pomar LB1 (27,22), e menos intensos nas peras do pomar VG (23,62), não se verificando diferenças em relação aos outros pomares. Estas diferenças poderão estar relacionadas com as condições de processamento da pêra da pêra

secada tradicionalmente ou com os teores em açúcares totais, já que estes dois factores influenciam na ocorrência das reacções de Maillard.

A coordenada de cromaticidade  $b^*$  mostrou valores positivos, o que significa que, as peras secadas tradicionalmente possuem tons amarelados. Estes foram mais intensos nas peras dos pomares SG (24,42) e LB1 (22, 88) do que, nas do pomar VT (16,02), não se verificando diferenças significativas entre as peras dos outros pomares, o que poderá relacionado com a menor ocorrência das reacções, de acastanhamento, no pomar VT.

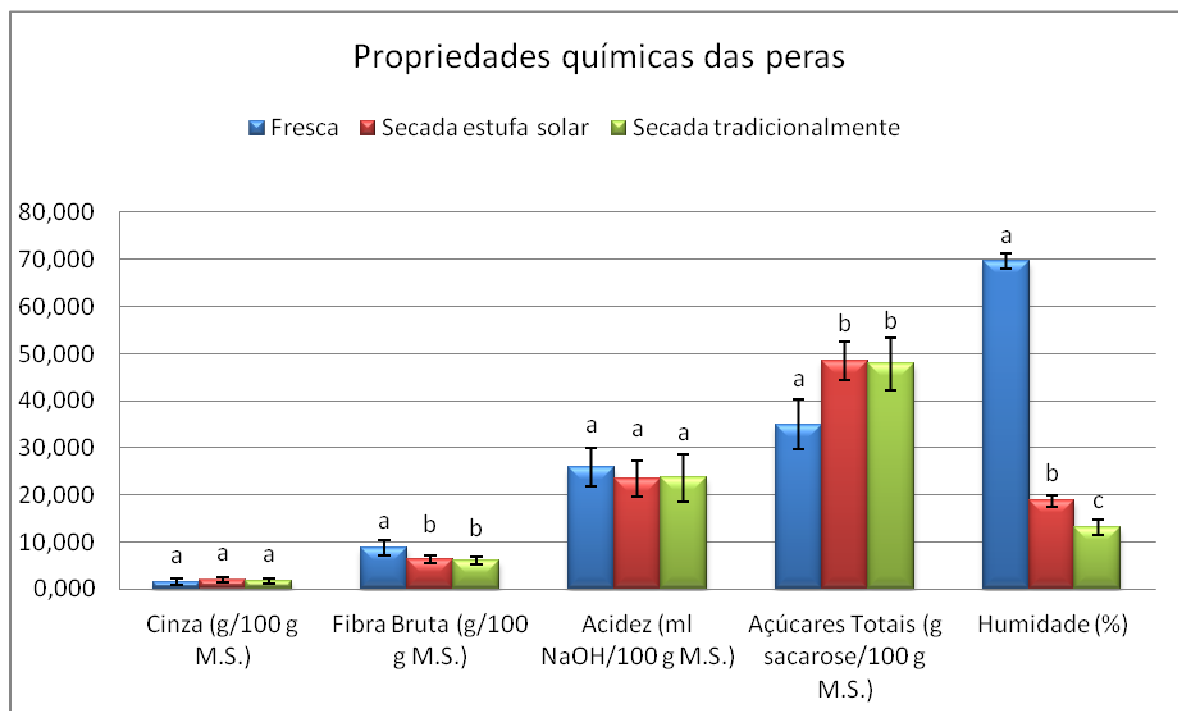


**Figura 35** - Coordenadas de cor das peras secadas tradicionalmente, por pomar.

\* Para cada coordenada de cor, as mesmas letras, significa que os valores médios dessa coordenada, não diferem entre pomares pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

#### 4.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS PERAS ANTES E APÓS A SECAGEM.

A figura 36 apresenta, os valores médios da cinza, da fibra bruta, da acidez, dos açúcares totais e da humidade das peras, em fresco, e secadas na estufa solar e pelo método tradicional. Notam-se algumas diferenças, significativas ( $P \leq 0,05$ ), entre as peras em fresco e as peras secadas pelos diferentes métodos.



**Figura 36** - Propriedades químicas das peras em fresco e secadas pelos dois métodos.

\* Na mesma propriedade química, as mesmas letras, significa que os teores médios dessa propriedade, não diferem entre amostragens pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

O teor em cinza das peras, em fresco, e das peras secadas na estufa solar e pelo método tradicional, não apresentou diferenças significativas.

Os teores médios de fibra bruta diferem, significativamente ( $P \leq 0,05$ ), quando se compara as peras em fresco com as peras secadas, não se verificando, no entanto, diferenças entre as peras secadas, pelos dois métodos. Verifica-se assim, uma ligeira redução de fibra com a secagem, o que poderá estar relacionado com o aumento de açúcares totais, uma vez que, a secagem modifica os polissacarídeos das paredes celulares, provocando a sua degradação e/ou solubilidade parcial.

Os valores médios de acidez não apresentaram variações significativas com a secagem, apesar de, parecer existir uma ligeira disposição, para a diminuição da acidez com este processo. Esta tendência pode indicar que parte da acidez se deve aos ácidos voláteis, e estes podem ser libertados durante o processo de secagem, devido às elevadas temperatura.

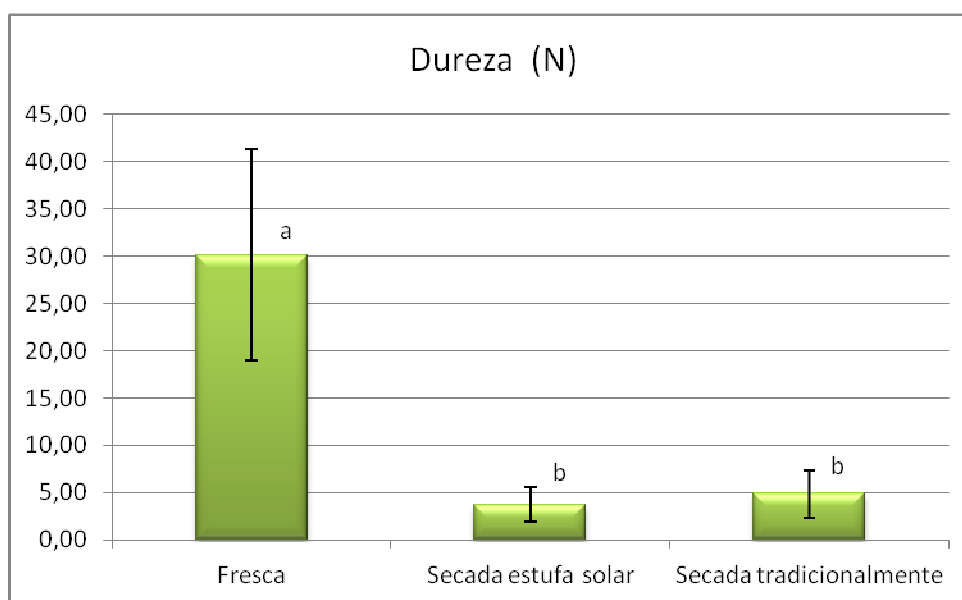
Relativamente aos açúcares totais, os valores médios, foram mais elevados nas peras em fresco (35 g sacarose/100 g M.S.) do que nas peras secadas (48 g sacarose/100 g



M.S.), no entanto, não se verificaram diferenças entre as peras secadas, pelos dois métodos de secagem. É possível que este acréscimo se deva, como referido, à degradação dos polissacarídeos das paredes celulares.

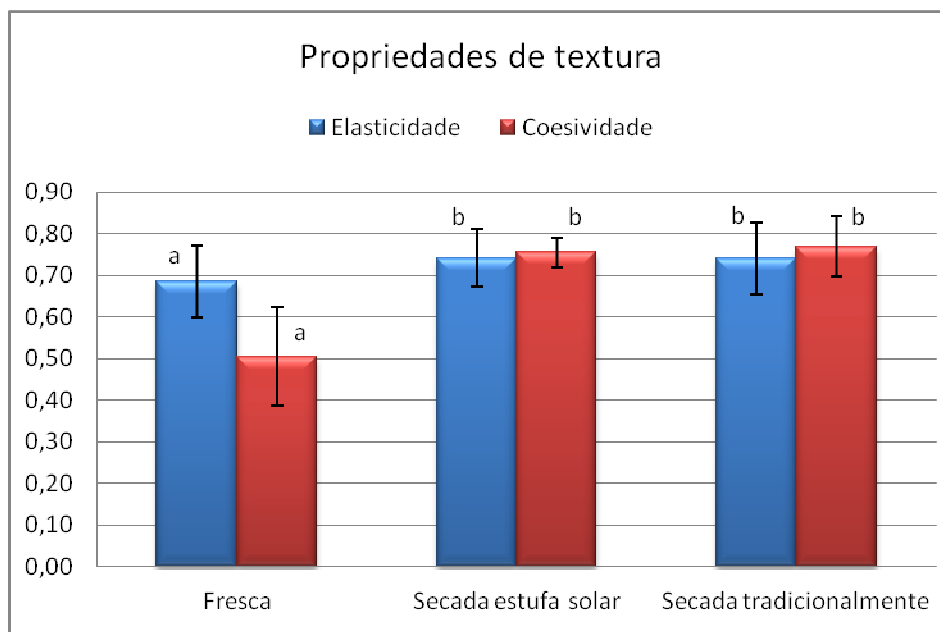
Os teores médios de humidade diminuíram, significativamente, com a secagem pelos dois métodos, como seria de esperar. No entanto, as peras secadas tradicionalmente apresentaram menores teores em humidade (13,1 %) do que as peras secadas na estufa solar (18,8 %). É um resultado expectável já que a duração de secagem nos produtores foi maior e a secagem em estufa solar foi monitorizada, de modo a que as peras no final da secagem tivessem aproximadamente 20 % de humidade.

A figura 37 e 38 mostram as alterações, das propriedades de textura, das peras em fresco e secadas pelos dois processos em estudo.



**Figura 37** - Dureza das peras em fresco e secadas pelos dois métodos.

\*A mesma letra significa que o valor médio de dureza, não difere entre amostragens, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).



**Figura 38** - Elasticidade e coesividade das peras em fresco e secadas.

\* Para cada propriedade de textura, as mesmas letras, significa que os valores médios dessa propriedade, não diferem entre amostragens pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

Verifica-se que as propriedades de textura das peras secadas foram alteradas em relação às peras em fresco, notando-se uma diminuição da dureza, e um aumento da coesividade e elasticidade, tal como, foi observado por Ferreira (2003). Segundo os mesmos autores, as transformações verificadas na textura da pêra secada, em relação à fresca, podem estar relacionadas com as alterações macromoleculares e microestruturais ocorridas durante a secagem. De facto, durante a secagem, as modificações que ocorrem nos polissacarídeos, das paredes celulares, e que envolvem a sua degradação enzimática e/ou solubilidade parcial, podem alterar a textura.

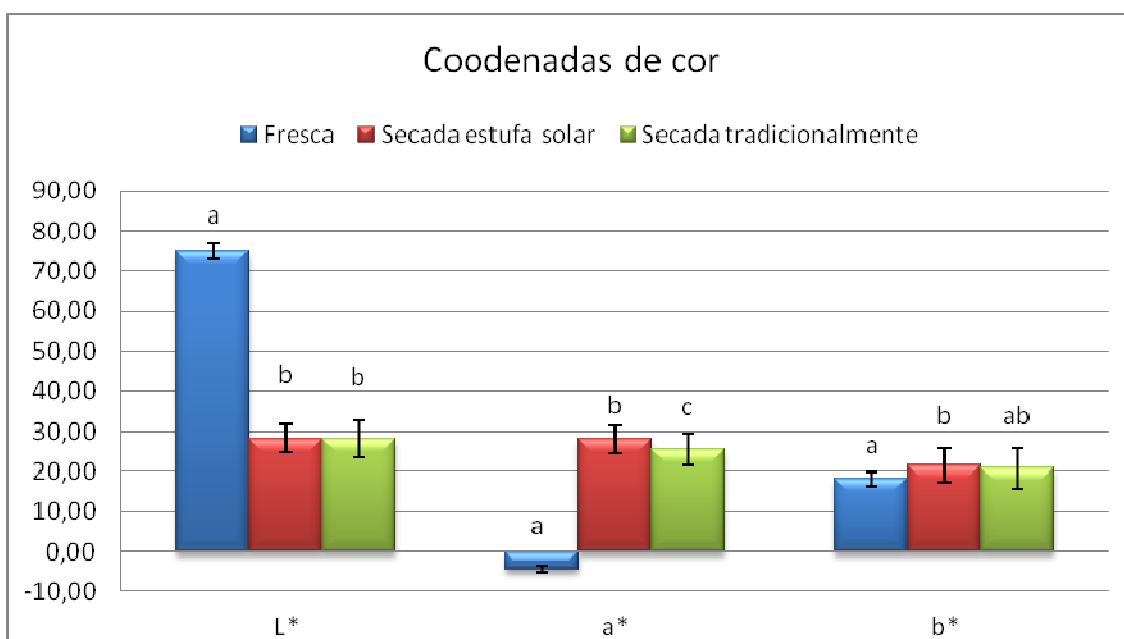
Não se verificaram diferenças entre as peras secadas na estufa solar e as peras secadas tradicionalmente, o que significa que as diferenças encontradas nos teores de humidade das peras secadas não influenciaram na textura.

Na figura 39 vê-se as coordenadas de cor relativas das peras em fresco e secadas na estufa solar e pelo método tradicional.

Os resultados apresentados para a luminosidade ( $L^*$ ) revelam que as peras em fresco apresentam uma cor bastante mais clara quando comparadas com as peras secadas. Estes resultados devem-se às reacções de escurecimento que ocorrem durante a secagem. Não se verificam, no entanto, diferenças significativas entre os dois métodos de secagem.

A coordenada de cromaticidade  $a^*$ , apresentou valores negativos nas peras em fresco e valores positivos nas secadas, significando que as peras em fresco possuem tons esverdeados e as peras secas tons avermelhados. Logo, como era expectável, verificou-se que a secagem provocou alterações profundas na cor devido à ocorrência das reacções de Maillard. Comparando os dois métodos de secagem, nota-se que as peras secadas, na estufa solar, apresentam um valor de cromaticidade  $a^*$ , ligeiramente, superior (28,03) àquele observado nas secadas tradicionalmente (25,62). Assim, as peras secadas na estufa solar são mais vermelhas do que as secadas tradicionalmente, o que poderá estar relacionado com as maiores temperaturas de secagem registadas na estufa, e que provavelmente favoreceram a ocorrência das reacções de Maillard.

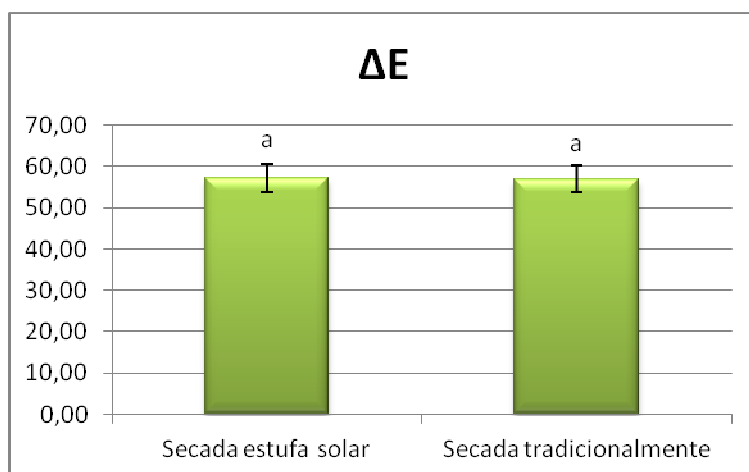
Em relação à coordenada de cromaticidade  $b^*$ , como os valores foram positivos, tanto nas peras em fresco como nas peras secadas, significa que ambas possuem tons amarelados. No entanto, estes tons foram ligeiramente mais intensos nas peras secadas na estufa solar (21,57) do que nas peras em fresco (18,15), não se verificando diferenças entre as peras secadas pelos dois métodos, nem entre as peras em fresco com as secadas tradicionalmente.



**Figura 39** – Coordenadas de cor das peras em fresco e secadas pelos dois métodos.

\* Para cada coordenada de cor, as mesmas letras, significa que os teores médios dessa coordenada, não diferem entre amostragens pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

A figura 40 mostra a diferença total ( $\Delta E$ ) de cor entre as peras, em fresco, e as secadas na estufa solar e pelo método tradicional. Tendo em conta, que os valores de  $\Delta E$  só são pouco significativos quando são inferiores a 10, as diferenças de cor entre as peras, em fresco, e secadas pelos dois métodos são muito significativas, pois os valores de  $\Delta E$  são de 57,22 para as peras secadas na estufa solar e de 57,02 para as secadas tradicionalmente. A diferença total de cor observada foi idêntica nos dois métodos de secagem.



**Figura 40** – Diferença total de cor.

\*A mesma letra significa que a diferença total de cor, não difere entre amostragens, pelo teste de Scheffé ( $P > 0,05$ ).

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido permitiu obter algumas conclusões, relativamente à maturação das peras, à sua colheita e à secagem das mesmas, que foram apresentadas de forma detalhada aquando da discussão dos resultados, e que se apresentam de seguida de uma forma genérica.

Foram analisadas 4 amostras de peras, colhidas em diferentes estados de maturação, tendo-se concluído que o teor em açúcares totais aumentou com a maturação enquanto a fibra bruta, a humidade e principalmente a acidez diminuíram.

Foi estudado o estado de maturação, de seis pomares, aquando da colheita das peras para secagem, concluindo-se que os produtores colhem as peras, empiricamente, em diferentes estados de maturação. As peras com maior índice de maturação possuíam maiores teores de açúcares totais e menores de acidez, apresentando também valores de dureza e coesividade inferiores aos das peras com menor índice de maturação.

Após a secagem das peras, dos diferentes pomares, em estufa solar, efectuaram-se análises a estas, por pomar, concluindo-se que o estado de maturação das peras, em fresco, influenciou algumas características das peras secadas, nomeadamente, a acidez, os açúcares totais e a cor, não se tendo verificado diferenças nas propriedades de textura. De uma forma geral, conclui-se que a tendência verificada para as peras em fresco se manteve após a secagem. Assim as peras, em fresco, com elevados teores em acidez e baixos em açúcares dão origem a peras secadas, com as mesmas características químicas. Estas peras apresentam-se menos escuras e avermelhadas, do que as peras secadas, que em fresco apresentavam elevados teores em açúcares.

Procedeu-se ainda à análise das peras secadas tradicionalmente, por pomar, constatando-se que as características físico-químicas destas peras seguiam as mesmas tendências das peras secadas em estufa.

No presente estudo foi também possível fazer uma análise das alterações provocadas pela secagem tradicional e em estufa solar, tendo-se concluído que, ambos, os processos de secagem, provocaram uma diminuição, significativa, da humidade e da dureza, uma ligeira diminuição da fibra bruta, e ainda um aumento significativo dos açúcares totais, da elasticidade e coesividade. Tendo-se também comprovado que estes processos de secagem modificaram a cor das peras, uma vez que, estas ficaram mais escuras e

avermelhadas após a secagem, no entanto, na secagem em estufa solar as peras secadas ainda ficaram com tons mais avermelhados.

Os dois processos de secagem foram comparados, relativamente, à duração e taxa diária de secagem, e às características físico-químicas das peras secadas. Assim, verificou-se que a secagem na estufa solar foi relativamente mais rápida do que a secagem tradicional com exposição directa ao sol (produtores). Além disso, a secagem em estufa permitiu secar quando o tempo esteve enublado e com chuva. Quanto à taxa diária de secagem foi superior na secagem em estufa solar em relação à secagem tradicional. As características físico-químicas das peras secadas pelos diferentes métodos foram idênticas, à excepção da humidade, que foi inferior nas peras secadas tradicionalmente e da cor já que as peras secadas na estufa ficaram mais avermelhadas.

Assim, atendendo a que a secagem, em estufa solar, permite obter uma pêra passa com características físico-químicas semelhantes à pêra produzida pelo método tradicional e num menor espaço de tempo, será de equacionar esta possibilidade em detrimento do método tradicional, ainda que, a estufa deva conter mais prateleiras, preferencialmente, inclinadas e rotativas de modo a favorecer a exposição solar.

É importante realçar que a estufa simplifica o processo de secagem, na medida em que, não é necessário recolher as peras quando chove durante a secagem ou cobri-las durante a noite para as proteger das humidades nocturnas, e garante uma melhor qualidade higio-sanitária, sem comprometer as características do produto final.

A secagem em estufa solar assume uma particular importância quando se pretende tornar esta actividade num processo de produção industrial, uma vez que facilita a produção e o controlo da qualidade.

## **6. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

Apresentam-se de seguida algumas sugestões que urgem, certamente, de soluções e que poderão ser desenvolvidas em trabalhos futuros.

Seria, importante otimizar a estufa solar para um secador solar de modo a aumentar a sua capacidade de produção, através da introdução de prateleiras com rotação automática, para favorecer a insolação, e com um sistema que permitisse a espalma mecânica.

Deverão ser estudados métodos alternativos ao descasque manual da pêra, sem se eliminar o pedúnculo do fruto, de modo a minimizar a intervenção humana e custos de mão-de-obra.

Deverá ser elaborado um manual técnico que aborde de forma transversal todas as operações inerentes às boas práticas de produção, armazenamento e comercialização da pêra, de modo a que este produto obedeça às novas exigências de mercado.

Por fim, dado tratar-se de um produto endógeno deve ser criado um caderno de especificações que proteja este produto e o seu nome comercial “Pêra Passa de Viseu” das usurpações indevidas, talvez com a criação de uma Denominação de Origem Protegida (DOP).

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Alexander, R. J. (1998). Sweeteners – nutritive. Minnesota. Eagan press: 1-29.
2. Anónimo (2009). Vegetais Desidratados. *Aditivos & Ingredientes*: 42-52.
3. Aroucha, E. M. M., Góis, V. A., Leite, R. H. L., Souza, M. S. (2010). Acidez em frutas e hortaliças. *Revista Verde*. **2** (5): 1-4.
4. Barroca, M. J. M. C., Guiné, R. P. F., Pinto, A., Gonsalves, F., Ferreira, D. M. F. (2006). Chemical and microbiological characterization of Portuguese varieties of pears. *Food and Bioproducts Processing*, 84: 109-113.
5. Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle (2004). *Food chemistry*. 2nd edition, Springer-Verlag, Germany.
6. Bimbenet, J. J. (2002). Séchage. In Albagnac, G., Varoquaux, P., Montignaud, J. C. (Eds). *Technologies de transformation des fruits*. Collection sciences & techniques agroalimentaires. Tec & Doc: 209- 223.
7. Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. (2<sup>nd</sup> edition). Academic Press, London : 1-30.
8. Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D., Lilley, A. E. V. (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. (3<sup>a</sup> Edição). Zaragoza, Editorial ACRIBIA: 377-423.
9. Cañizares, A., Bonafine, O., Laverde, D. (2007). Deshidratación de productos vegetales. Elaboración de productos agrícolas. *INIA Divulga*. **10**: 11-15.
10. Castilho, A. (1932). *A pêra passa de Vizeu*. Boletim da Estação Agrária Central, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Série A, **7**: 7-18.
11. Costa, S. M. (2008). *Conservação frigorificada de pêsegos ‘Tropic Beauty’ irradiados com e sem a utilização de permanganato de potássio*. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Área de Concentração em Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu.
12. Cunha, L. M. O., (1996). Maçã bravo esmolfe e pêra passa de Viseu produtos regionais de alta qualidade. *Terra Fértil*. **1**: 10-16.
13. Cunha, P., Rocha, S. M., Correia, A.C., Guiné, R., Coimbra, M. A. (2010). Análise sensorial, estudo da coloração característica e perfil de aminoácidos da Pêra Passa de Viseu. In Guiné, R. (Ed) *Secagem de peras da tradição à ciência*. (1<sup>a</sup> Edição). Instituto Politécnico de Viseu. Viseu: 189-203.
14. Dalgleish, J. M. (1988). Deshidratación y productos desecados. In Ranken, M. D. (Ed). *Manual de industrias de los alimentos* (2<sup>a</sup> edição). Editorial Acriba, Zaragoza: 499-529
15. Fellows, P. J. (2000). Food processing technology – Principles and practice (2<sup>nd</sup> Edition). Woodhead publishing: 323-350. Acesso: <http://www.knovel.com/web/portal/> consultado em 20 de Maio de 2010.



16. Ferreira, D. M. S. (2003). *Estudo das transformações bioquímicas e químicas da pêra de S. Bartolomeu durante o processo de secagem – recurso endógeno da região de Viseu*. Tese de doutoramento, Universidade de Aveiro.
17. Ferreira, D., Costa, C. A., Correia, P., Guiné, R. (1997). Caracterização da pêra passa de Viseu. *Terra Fértil*. **3**: 75-79.
18. Fragata, A. (1994). A pêra passa de Viseu: um futuro a renascer?. *Semente*. **8/9**: 23-27.
19. Gava, A. J. (2007). *Princípios de tecnologia de alimentos*. São Paulo, Nobel: 183-201.
20. Gava, A. J., Silva, C. A. B., Frias, J. R. G. (2009). *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo, Nobel: 298-324.
21. Gonçalves, F., Silva, V., Guiné, R., Barroca, M. J., Ferreira, D. (2010). Comparação das propriedades das peras de S. Bartolomeu secadas por dois métodos. *2º Simpósio nacional de fruticultura. Actas Portuguesas de Horticultura*. Castelo Branco, **16**:143-147.
22. Guiné, R. P. F. & Castro, J. A. A. M. (2000). Determinação Experimental de Isotérmicas de Dessorção de Pêras. *Livro de resumos do XIV Encontro Luso-Galego de Química*, P3.26. Braga: Universidade do Minho.
23. Guiné, R. P. F. & Castro, J. A. A. M. (2002). Pear drying process analysis: drying rates and evolution of water and sugar concentration in space time. *Drying Technology*, **20** (7): 515-1526.
24. Guiné, R. P. F., Castro, J. A. A. M. (2003). Analysis of moisture content and density of pears during drying. *Drying Technology*, **21**(3): 581-591.
25. Guiné, R. P. F. (2005). *Secagem de Peras: Estudo Experimental e Simulação do Processo*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra.
26. Guiné, R. P. F., Ferreira DMS, Barroca MJ, Gonçalves F (2005). *Produção de pêra passa – modernização de técnicas e variedades*. Escola Superior Agrária de Viseu. Viseu:3-55.
27. Guiné R (2010). A Pêra Passa de Viseu: produto regional a certificar. *Associação Portuguesa de Horticultura*. **101**: 26-30.
28. Guiné R & Peres G (2010). Caracterização da produção da pêra passa tradicional. In Guiné, R. (Ed) *Secagem de peras da tradição à ciência*. (1ª Edição). Instituto Politécnico de Viseu. Viseu: 17-42.
29. Gutiérrez, J. B. (2000). *Ciência bromatológica – princípios generales de los alimentos*. Madrid, Díaz de Santos: 177-205.
30. Holdsworth, S. D. (1988). *Conservación de frutas y hortalizas*. Editorial Acriba. Zaragoza: 179.

31. Honores, W. J. C. (1995). *Estudo de secagem da maçã (Mallus spp. variedade Golden delicious)*. Dissertação para a obtenção do título de Mestre em engenharia agrícola. Faculdade de engenharia agrícola. Campinas
32. Hunterlab (2008a). *CIE L\* a\* b\* color scale*. Applications note, v.8, nº7:1-4 Acesso: [http://www.hunterlab.com/appnotes/an07\\_96a.pdf](http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf) consultado em 05 Maio de 2010.
33. Hunterlab (2008b). Hunter L, a, b Versus *CIE L\* a\* b\* color scale*. Applications note, v.13, nº2:1-4 Acesso: [http://www.hunterlab.com/appnotes/an07\\_96a.pdf](http://www.hunterlab.com/appnotes/an07_96a.pdf) consultado em 05 Maio de 2010.
34. Instituto de meteorologia de Portugal (2011). *Mapas e gráficos*. Acesso: <http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/otempo.eoclima/clima.pt/index.html> consultado em 10 de Outubro de 2011.
35. Kingston, C. M. (1992). Maturity Indices for Apple and Pear. In *Horticultural Reviews*, Janick, J. (ed), Jonh Wiley & Sons, **13**: 407-432.
36. Lima, M. J. R., Guiné, R., Ferreira, D., Barroca, M. J. (2010). Método tradicional de produção da “Pêra Passa de Viseu”. In Guiné, R. (Ed) *Secagem de peras da tradição à ciência*. (1ª Edição). Instituto Politécnico de Viseu. Viseu: 7-15
37. Lindon, F. & Silvestre, M. (2008). *Conservação de Alimentos: Princípios e Metodologias*. Lisboa, Escolar Editora: 91-102.
38. Malheiros, G. C. (2007). *Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão*. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFSM, Santa Maria.
39. Martins, M. A. G. N. (1988). *Alguns aspectos da secagem de frutos através da energia solar*. Colóquio “A hortofruticultura algarvia – que futuro?” Faro: universidade do Algarve: 1-30.
40. Minolta (2007). *Precise color communication: color control for perception to instrumentation*: 62. Acesso: [http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color\\_communication.pdf](http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf) Consultado em 05 Maio de 2011.
41. Mujumdar, A. S. (1997). Drying Fundamentals. In Backer CGJ (Ed). *Industrial drying of foods*. London, Chapman & Hall: 7-29.
42. NP-783 (1987). *Derivados de Frutos e de Produtos Hortícolas. Preparação das amostras Para Análise*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
43. NP-1421 (1997). *Géneros Alimentícios Derivados de Frutos e de Produtos Hortícolas. Determinação da Acidez*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
44. Oliveira, M. (2007) Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST. *Dissertação para a obtenção do*

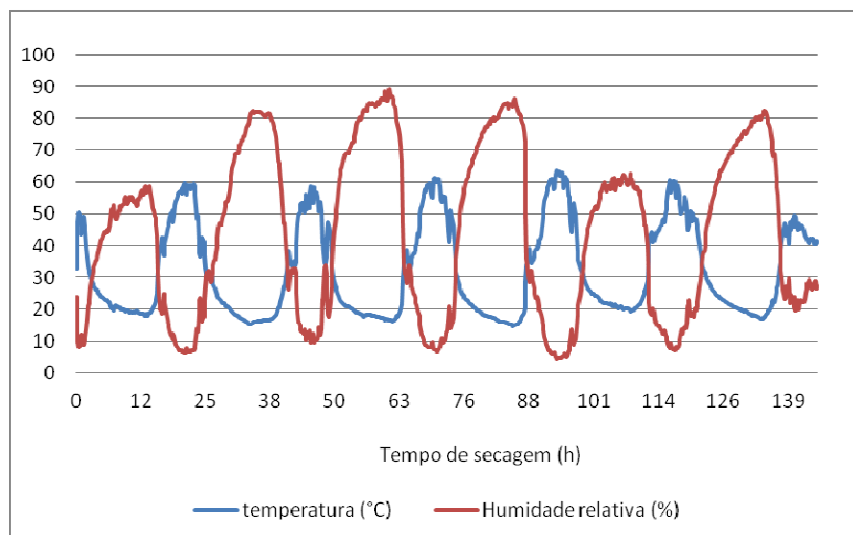
título de Mestre em engenharia dos alimentos. Universidade estadual de Campinas - Faculdade de engenharia de alimentos. Campinas: 141.

45. Park, K. J., Yado, M K. M., Brod, F. P. R. (2001). Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, **21** (3): 288-292.
46. Park, K. J., Antônio, G. C., Oliveira, R. A., Park, K. J. B. (2007). *Conceitos de processo e equipamentos de secagem*. CTEA, Campinas: 127. Acesso: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>, Consultado em 10 Março de 2010.
47. Park, K. J. & Antônio, G. C. (2006). *Análises de materiais biológicos*. Universidade estadual de campinas - faculdade de engenharia agrícola.
48. Prado, M. E. T. (1998). *Secagem de Tâmaras (Phoenix Dactyífera L.) para obtenção de tâmara passa*. Tese para a obtenção do título de doutor em engenharia dos alimentos. Faculdade de engenharia de alimentos, Campinas: 245.
49. Rosental, A. J. (1999). *Food texture: measurement and perception*. USA, Aspen Publishers: 1-16.
50. Santos PS (2009). *Aplicação da espectroscopia de infravermelho próximo na avaliação de alguns atributos de qualidade em pêra "Rocha" e maçã "Gala"*. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Agrônômica – Hortofruticultura e Viticultura. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
51. Sousa, I., Braz, N., Pereira, H. (1992). A secagem do figo método artesanal e estufa solar. *I jornadas das indústrias agro-alimentares*: Livro de actas, Lisboa, Instituto Superior de Agronomia: 205-210.
52. Spoto, M. H. F. (2006). Desidratação de frutas e hortaliças. In Oetterer, M., Regitano-d'Arce M. A. B., Spoto, M. H. F. (Eds). *Fundamentos de ciência e Tecnologia de alimentos*. Brasil, Editora Manole: 565-604.
53. Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food quality and preference*. 13: 215-225.
54. Tang, J. & Yang, T. (2004). Dehydrated Vegetables: Principles and systems. In Hui YH, Ghazala S, Graham DM, Murrell KD, Nip WK (Eds). *Handbook of Vegetable preservation and processing*. New York.

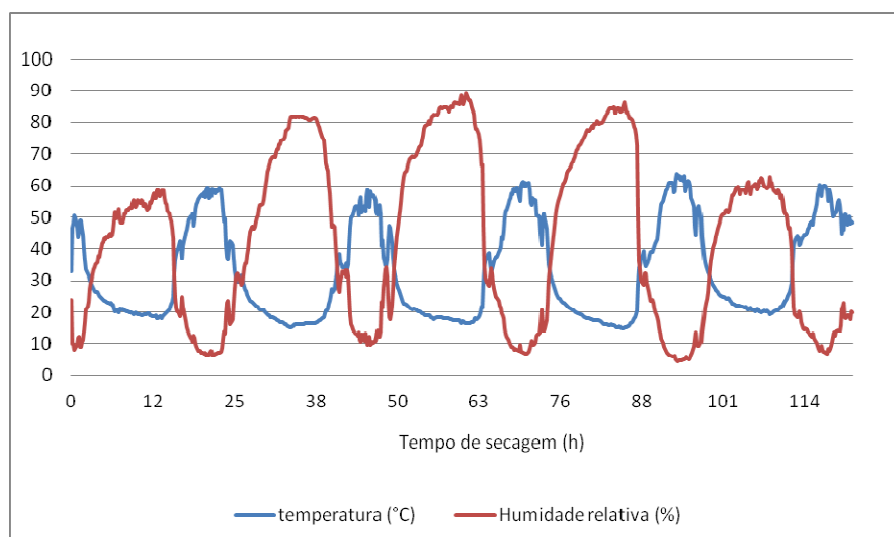
## 8. ANEXOS

### Anexo I

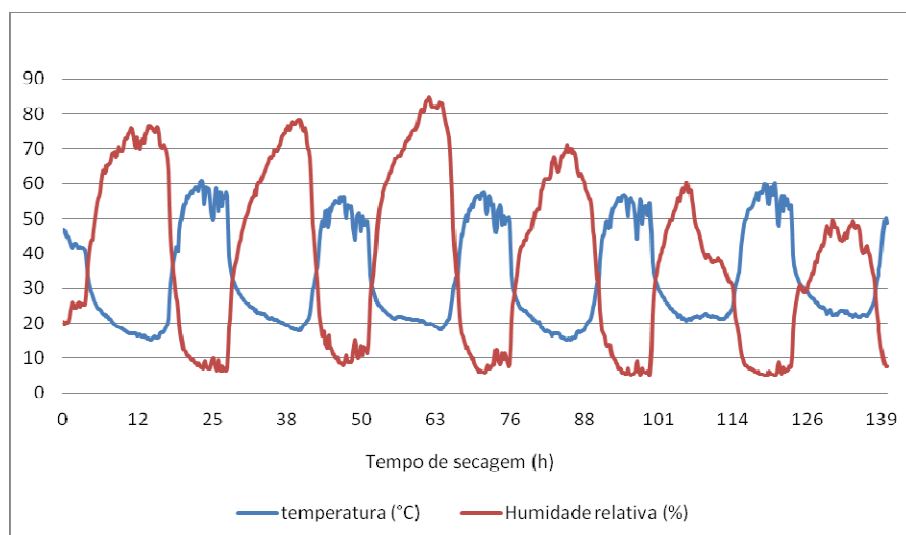
Registos de temperatura e humidade relativa, na estufa solar, durante a secagem das peras dos pomares LB1 e LB3.



Registos de temperatura e humidade relativa, na estufa solar, durante a secagem das peras dos pomares LB2 e VG.



Registos de temperatura e humidade relativa, na estufa solar, durante a secagem das peras do pomar SG.



Registos de temperatura e humidade relativa, na estufa solar, durante a secagem das peras do pomar VT.

